ISSN 0006-8136

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТОМ 90

1

ЯНВАРЬ

Санкт-Петербург
„НАУКА"
2005

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТОМ 90
№ 1—12

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
«НАУКА»
2005

Учредители:

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается 12 раз в год

Основан в декабре 1916 г.

Журнал издается под руководством Отделения биологических наук РАН

Главный редактор
Р. В. КАМЕЛИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Е. Васильев (*зам. главного редактора*), К. Л. Виноградова (*зам. главного редактора*),
Т. В. Егорова (*зам. главного редактора*), Н. В. Малышева (*отв. секретарь*), О. М. Афонина,
Ю. В. Гамалей, П. Л. Горчаковский, Ч. Джеффри (Лондон), С. Г. Жилин, В. С. Ипатов,
Л. И. Орёл, М. Г. Пименов, Б. А. Юрцев, Г. П. Яковлев

Editor-in-Chief
R. V. KAMELIN

EDITORIAL BOARD

A. E. Vassilyev (*Associate Editor*), K. L. Vinogradova (*Associate Editor*),
T. V. Egorova (*Associate Editor*), N. V. Malysheva (*Secretary*), O. M. Afonina,
Yu. V. Gamalej, P. L. Gorchakovsky, Ch. Jeffrey (London), S. G. Zhilin, V. S. Ipatov,
L. I. Oryol, M. G. Pimenov, B. A. Yurtsev, G. P. Yakovlev

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Л. Н. Андреев (Москва), И. О. Байтулин (Алма-Ата), Л. Ю. Буданцев (С.-Петербург),
Э. Ц. Габриэлян (Ереван), П. Г. Горовой (Владивосток),
З. В. Карамышева (С.-Петербург), Л. И. Малышев (Новосибирск),
Г. Ш. Нахуцришвили (Тбилиси), К. М. Сытник (Киев), Х. Х. Трасс (Тарту)

EDITORIAL COUNCIL

L. N. Andreev (Moscow), I. O. Baytulin (Alma-Ata), L. Yu. Budantsev (St. Petersburg),
E. Ts. Gabrielian (Yerevan), P. G. Gorovoy (Vladivostok),
Z. V. Karamysheva (St. Petersburg), L. I. Malyshev (Novosibirsk),
G. Sh. Nakhutsrishvili (Tbilisi), K. M. Sytnik (Kiev), H. H. Trass (Tartu)

Ответственный редактор номера **К. Л. Виноградова**
Зав. редакцией *Е. Б. Кривенко.* Технический редактор *В. В. Шиханова*
Корректоры *Ю. Б. Григорьева* и *М. Н. Сенина*
Компьютерная верстка *О. В. Никитиной*

Дата публикации «Ботанического журнала», т. 89, № 12: 23.12.2004.
Лицензия ИД № 02980 от 06 октября 2000 г. Подписано к печати 14 12.2004. Формат 70×100 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11.9. Уч.-изд. л. 13.5. Тираж 443 экз. Тип. зак. № 625. С 287

Санкт-Петербургская издательская фирма «Наука» РАН
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1. main@nauka.nw.ru «Ботанический журнал». Телефон (812)328-62-91

Первая Академическая типография «Наука», 199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

Санкт-Петербург
Издательство «Наука»

© Российская академия наук, 2005 г.
© Редколлегия «Ботанического журнала» (составитель), 2005 г.

УДК 581; 582; 58.002

© В. С. Шнеер

КРАТКИЙ ОЧЕРК СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ТРАКТОВКИ ДАННЫХ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯМ ДНК В СИСТЕМАТИКЕ РАСТЕНИЙ.
I. ВЫДЕЛЕНИЕ И СЕКВЕНИРОВАНИЕ ДНК; ВЫРАВНИВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

V. S. SHNEYER. A BRIEF OUTLINE OF METHODS FOR RECEIVING, HANDLING AND TREATING DNA SEQUENCE DATA IN PLANT SYSTEMATICS. I. EXTRACTING AND SEQUENCING OF DNA; AN ALIGNMENT OF THE SEQUENCES

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
E-mail: shneyer@VS11044.spb.edu

Поступила 21.06.2004
Окончательный вариант получен 27.09.2004

Кратко описываются методы и приемы, используемые для получения последовательностей ДНК и их анализа в ходе реконструкции филогенеза таксонов. В первой статье обзора рассматриваются методы выделения, амплифицирования и секвенирования ДНК; выбор праймеров; принципы и подходы, применяемые для множественного выравнивания последовательностей, способы характеристики их вариабельности.

Ключевые слова: методы молекулярной систематики растений, геносистематика, молекулярная филогенетика.

В последние 10 лет мы стали свидетелями бурного роста молекулярно-систематических исследований растений, основанных на результатах анализа последовательностей различных участков ДНК. В 1997—1999 гг. число статей по этой тематике в журналах и книгах составило около 1000, это примерно в 3 раза больше, чем за такой же предшествующий период (Sytsma, Hahn, 2001). Лидерами по числу публикаций в этой области являются авторы из США, Великобритании, Германии, Японии и стран Скандинавии — главным образом тех, где лучше всего развита соответствующая материально-техническая база для этих пока дорогостоящих исследований. Но постепенно стоимость таких анализов снижается, их доступность для более широкого круга лабораторий растет и соответственно расширяется перечень стран, где они проводятся. К сожалению, это совпало по времени с трудностями, переживаемыми всей российской наукой, возможно поэтому у нас заметного роста не наблюдается. По этому поводу я уже высказывалась (Шнеер, 2002) в рецензии на книгу А. С. Антонова (2000б), стоящего во главе по сути единственной в нашей стране лаборатории, где с начала 1960-х годов постоянно занимаются молекулярной систематикой (геносистематикой) различных эукариот, в том числе и растений. Статьи сотрудников лаборатории, содержащие результаты филогенетического анализа секвенированных участков ДНК растений, публикуют ведущие зарубежные журналы — «Plant Systematics and Evolution», «Taxon», «Journal of Molecular Evolution» и др. (Bobrova et al., 1987, Troitsky et al., 1991, Samigullin et al., 1999; Valiejo-Roman et al., 2002a,b и др.). Этим можно по праву гордиться, однако вторая сторона медали — та, что в результате на русском языке в журналах, доступных широкому кругу ботаников (в том числе в «Ботаническом журнале»), пока почти нет публикаций по этой теме, кроме обзорных (Боброва и др., 1995; Антонов, 1999, 2000а и др.). Нет также ни одной книги на русском языке, где описывались бы основные методы получения данных, их обработки, построения деревьев на их основе.

А. С. Антонов в цитируемых мною работах предупреждает об опасности некритического отношения к систематическим выводам, сделанным на основании сопоставления одного или нескольких участков ДНК (а это к настоящему времени практически все работы). Но нельзя не признать, что статьи по молекулярной систематике, особенно на английском языке, трудны для восприятия ботаников. В этих работах встречается много терминов, отсутствующих в большинстве словарей, и слов, перевод которых (а значит, и смысл) не ясен в данном контексте. Таким образом, нашим ботаникам в сложившихся условиях очень сложно аргументированно критически подходить к работам молекулярных систематиков.

Между тем это необходимо. Конечно, выводы, к которым приходят авторы в результате сравнения фрагментов ДНК, не являются окончательными (справедливости ради скажем, что далеко не все на это претендуют), а лишь «филогенетическими гипотезами» (как и выводы, основанные на немолекулярных данных), тем не менее они во многих случаях представляют значительный интерес, в особенности эвристический. То, что в нашей стране мало занимаются секвенированием ДНК растений в систематике, огорчительно, но не трагично. А вот если весь этот огромный массив новых, интересных, иногда неожиданных результатов не будет освоен широким кругом наших ботаников (не только систематиков), на мой взгляд может быть весьма прискорбным и привести к отрицательным результатам.

Надо добавить, что у многих зарубежных авторов волнений противоположного толка слышны голоса, обеспокоенные превалированием молекулярных исследований над всеми прочими (Turner, 1998; Landrum, 2001). Даже названия статей красноречивы, например: «Plant systematics today: all our eggs in one basket?» (Lammers, 1999). В Америке некоторые ботаники обеспокоены тем, что, если так пойдут дела, скоро там будет некому определить «растение, растущее под ногами». Нам пока подобное, к счастью, не грозит. Но если наши ботаники будут владеть традиционными методами и разбираться в молекулярных, это может дать им некоторое преимущество.

Все вышесказанное и побудило меня взяться за написание данной статьи. Мне представляется важным объяснить детали разных этапов работы молекулярных систематиков, которые обычно указываются в статьях и на которые стоит обращать внимание, чтобы составить собственное мнение об обоснованности выводов, сделанных в той или иной молекулярно-систематической работе. В особенности статья адресована молодым ботаникам, в том числе и тем, кто не планирует заниматься исследованиями ДНК лично. Для них желательно ориентироваться в этом направлении, так как в начале XXI в. это уже составляет часть общей профессиональной грамотности ботаника, в частности систематика.

Напомню, что история, методология геносистематики и основные ее достижения по разным группам растений рассмотрены в книге Антонова (2000б). Методов рестриктазного анализа ДНК я не буду здесь касаться, так как они много где описаны, в том числе в моей обзорной статье (Шнеер, 1991) в «Ботаническом журнале», где был изложен их принцип и даны примеры успешного применения.

При написании обзора я исхожу из того, что большая часть читателей имеет представление о строении ДНК, о комплементарности и направлении ее цепей, о том, что основой эволюции живых организмов является эволюция ДНК, которая заключается в изменении нуклеотидов во времени, и эти изменения используются для определения скорости молекулярной эволюции, а также для реконструкции эволюционной истории организмов. В любом случае все это несложно узнать или освежить в памяти, источников много.

В первой части обзора рассматриваются методы выделения, амплифицирования и секвенирования ДНК; выбор праймеров; принципы и подходы, применяемые для множественного выравнивания последовательностей; способы характеристики их вариабельности.

Выделение ДНК

На первом этапе работы производится выделение общей геномной (total) ДНК (сюда входит ДНК как ядер, так и клеточных органелл). В последние годы для этого стало достаточно маленького участка листа или цветка. Желательно, чтобы это была ткань без жилок, и нужно тщательно осмотреть лист, нет ли повреждений, связанных с возможным заражением, — в противном случае вместе с растительной ДНК может выделиться ДНК гриба, которая помешает при дальнейшем анализе. Описаны случаи, когда гриб был эндогенным, так что не удавалось выделить чистую растительную ДНК (Camacho et al., 1997; Zhang et al., 1997). ДНК выделяют как из свежих листьев, так и свежевысушенных (с помощью силикагеля или обычным способом). В случае тканей, богатых трудноудалимыми полисахаридами, последнее может быть даже предпочтительнее (К. М. Вальехо-Роман, личн. сообщ.).

ДНК можно выделять и из гербарных образцов, в том числе хранившихся весьма продолжительное время. Важно, чтобы ткани не подверглись сильной деградации в процессе высушивания, не подгнили, оставались зеленоватыми. Многие сообщали об успешном выделении ДНК из образцов, гербаризированных около 100 лет назад (Andersson, Rova, 1999; Downie et al., 2000 и др.). Все чаще появляются работы, выполненные уже полностью на гербарном материале (напр., Rydin, Wikström, 2002; Garcia, Olmstead, 2003).

Было проведено специальное исследование, посвященное возможности выделения ДНК из гербарных образцов (пор. *Celastrales*) разных сроков хранения — до ста с небольшим лет (Savolainen et al., 1995). Прямой корреляции между возрастом образца и успешностью выделения ДНК обнаружено не было, но далеко не из всех образцов удалось ДНК выделить. Исследование показало, что это связано со многими факторами, прежде всего с длительностью высушивания, которая в свою очередь зависит от структуры тканей (суккуленты и листья с плотной кутикулой сохнут дольше, и ДНК в большей степени деградирует при высушивании), с физиологической стадией, на которой растение собрано, с особенностями химизма растительных тканей (очень разнообразного и непредсказуемого). Имеет значение и способ обработки гербариев против вредителей. Вероятность успешного выделения ДНК из гербарных образцов повышало использование некоторых реагентов. Нужно также иметь в виду, что ДНК, выделенная из гербаризированных растений, хуже хранится, чем выделенная из свежего материала, возможно, из-за повреждающих агентов, выделяющихся вместе с ДНК (Savolainen et al., 1995).

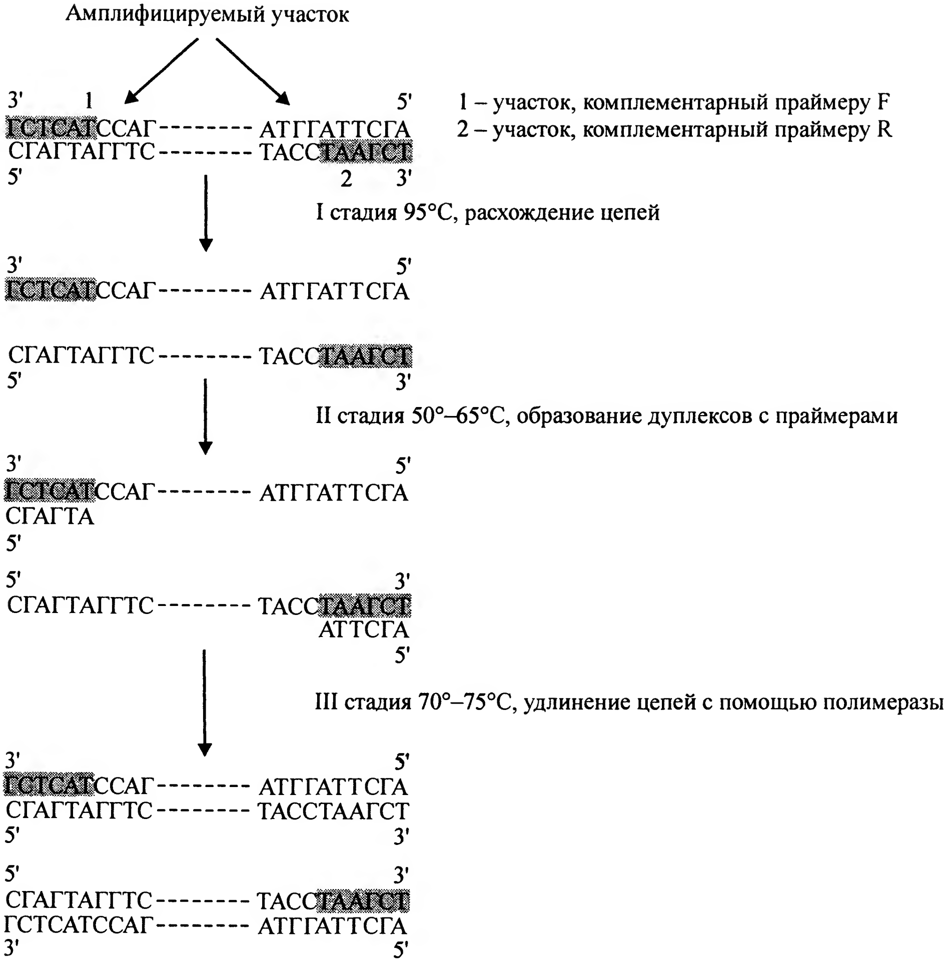
Перед выделением ДНК ткань измельчают, чаще после замораживания с помощью жидкого азота (особенно в случае грубых тканей). Наиболее популярным методом выделения ДНК в последние годы является экстрагирование ее с цетилтриметиламмонийбромидом (ЦТАБ), чаще всего по методу J. J. Doyle, J. L. Doyle (1987) или его модификациям. Этот метод позволяет выделить ДНК из 1—3 г свежей ткани или 100—300 мг высушенной. Описаны методы выделения и из меньших количеств, например из 50 мг свежего материала (Walbot, 1988, цит. по Lee, Hymowitz, 2001) или 10—20 мг высушенного (Hillis et al., цит. по: Beilstein, Windham, 2003). Затем, как правило, производятся очистка и концентрирование ДНК путем ультрацентрифугирования в градиенте CsCl/этидиум бромида.

Имея общую геномную ДНК, можно in vitro (в пробирке) избирательно во много раз увеличить количество ДНК, соответствующей нужному, выбранному, участку генома (ядерного, хлоропластного или митохондриального) с помощью процедуры амплифицирования.

Амплифицирование и секвенирование ДНК

Практически все работы включают этапы амплифицирования (увеличения количества) ДНК и собственно определения последовательности (секвенирования). Хотя это разные этапы, но технически между ними есть сходство. В обоих используются ПЦР (полимеразная цепная реакция) и затравки, или праймеры (primers). ПЦР — это реакция амплифицирования ДНК с помощью фермента ДНК-полимеразы, включающая несколько циклов, где продукты, произведенные в предыдущем цикле, служат матрицей в последующем. Праймеры — это короткие (обычно 15—20 нуклеотидов) одноцепочечные последовательности ДНК, комплементарные определенному участку ДНК. Затравка нужна, так как ДНК-полимераза, синтезирующая вторую цепь ДНК по матрице первой, работает, только если есть хоть маленький двуцепочечный участок, который она и достраивает. Более подробно о процессах, описанных в этом разделе, можно прочесть по-русски, например, в книге А. В. Чемериса, Э. Д. Ахунова и В. А. Вахитова (1999).

Амплифицирование. Для амплифицирования в последние годы в качестве матрицы используется вся геномная ДНК. Подбираются 2 праймера таким образом, чтобы они с двух сторон ограничивали выбранный для анализа ген или его фрагмент. При этом один праймер (forward — прямой, обозначается буквой F) комплементарен участку на одной цепи ДНК, а другой (reverse — обратный, обозначается буквой R) — участку на другой цепи. Когда длинная двойная цепь ДНК при повышении температуры (обычно до 94—95 °С) диссоциирует на две (денатурирует), то при последующем понижении температуры до определенной заданной (чаще всего до 50—65 °С) эти праймеры быстро найдут те участки на одиночных цепях, которым они комплементарны, и образуют с ними дуплексы (это называют отжигом, annealing). Если последовательность длиной в 15—20 нуклеотидов (праймер) правильно подобрана (не относится к повторяющимся элементам генома), она очень специфична, так что вероятность ее присутствия еще в другом месте генома очень мала. После отжига температуру опять меняют до оптимальной для находящейся в реакционной смеси термостабильной ДНК-полимеразы (обычно 70—75 °С). Есть несколько типов полимераз, используемых в ПЦР, немного различающихся по свойствам, но важное общее свойство — очень высокая термостабильность. Полимераза начинает работать, присоединяя к праймеру нужные нуклеотиды из имеющихся здесь же мономеров (дезоксинуклеозидтрифосфатов), достраивая таким образом вторую цепь по матрице первой цепи. Это продолжается



Амплифицируемый участок
3' 1 5'
ГСТСАТССАГ-------- АТГГАТТСГА
СГАГТАГГТС-------- ТАССТААГСТ
5' 2 3'
1 – участок, комплементарный праймеру F
2 – участок, комплементарный праймеру R
I стадия 95°С, расхождение цепей
3' 5'
ГСТСАТССАГ-------- АТГГАТТСГА
СГАГТАГГТС-------- ТАССТААГСТ
5' 3'
II стадия 50°–65°С, образование дуплексов с праймерами
3' 5'
ГСТСАТССАГ-------- АТГГАТТСГА
СГАГТА
5'
5' 3'
СГАГТАГГТС-------- ТАССТААГСТ
АТТСГА
5'
III стадия 70°–75°С, удлинение цепей с помощью полимеразы
3' 5'
ГСТСАТССАГ-------- АТГГАТТСГА
СГАГТАГГТС-------- ТАССТААГСТ
5' 3'
5' 3'
СГАГТАГГТС-------- ТАССТААГСТ
ГСТСАТССАГ-------- АТГГАТТСГА
3' 5'

Рис. 1. Схематическое изображение амплификации ДНК методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Представлен один цикл. В реакционной смеси присутствуют, кроме амплифицируемых (матричных) молекул ДНК и праймеров, мономеры дезоксинуклеозидтрифосфатов и фермент ДНК-полимераза.

недолго, температуру опять повышают до 94 °С, все двойные цепи ДНК диссоциируют, и при следующем отжиге к цепи, соответствующей удлиненному первому праймеру, к комплементарному участку присоединится второй праймер, и в дальнейшем от него пойдет достройка второй цепи. Схематически это показано на рис. 1.

Через несколько циклов количество сравнительно коротких фрагментов, ограниченных с обоих концов последовательностями, соответствующими праймерам, станет существенно превышать количество всех других (более длинных и гетерогенных по длине) фрагментов. Число нужных фрагментов будет увеличиваться экспоненциально. Разные стадии ПЦР длятся по несколько минут, обычно требуется 30—40 циклов для наработки нужного количества ДНК.

После завершения амплификации ДНК очищают от уже ненужных реакционных компонентов с помощью агарозного геля или колоночной хроматографии, подвергают электрофорезу в геле, убеждаются в том, что ее количество и качество удовлетворяют исследователя, вырезают участок геля с ДНК, экстрагируют ДНК из геля, получают ее в растворенном состоянии и используют для секвенирования.

Успешность амплификации зависит от того, насколько удачно подобраны условия, праймеры, от чистоты опыта и т. п. Лет 10 назад в одном из обзоров, посвященных использованию хлоропластной ДНК в систематике (Olmstead, Palmer, 1994), был раздел, озаглавленный «PCR nightmares» («Кошмары ПЦР»). В нем говорилось о том, как исследователи в своем кругу «не для печати» рассказывают страшные истории о неожиданных и необъяснимых результатах некоторых опытов с ПЦР. С тех пор многие ошибки учтены, важные детали осознаны. Сейчас, как правило, используются уже готовые коммерческие наборы («kits») разных фирм для выделения, очистки или секвенирования ДНК. Нередко при постановке серии реакций с ДНК таксонов из исследуемой группы параллельно ставятся пробы с матричной ДНК близкого таксона, про который заведомо известно, что его ДНК в данных условиях должна успешно амплифицироваться. Кроме того, ставится и контрольный опыт без матричной ДНК — для проверки чистоты реагентов и оборудования (отсутствия загрязняющей, случайно попавшей, ДНК). Тем не менее, особенно при работе с новыми объектами, нередко встречаются трудности (см., например, Clausing, Renner, 2001; Nickrent et al., 2004), которые могут быть связаны с перестройками данного участка ДНК у таксонов исследуемой группы и сложностью подбора праймеров (см. ниже). Известно, что некоторые участки ДНК амплифицируются лучше, чем другие.

Секвенирование. При секвенировании ДНК чаще всего используется метод ПЦР с терминацией построения комплементарной цепи по Сенджеру. Любой анализируемый участок ДНК подвергается ПЦР в 4 вариантах реакционной смеси (рис. 2). Каждый из вариантов содержит обычные дезоксинуклеозидтрифосфаты 4 типов, соответственно типам азотистого основания: А (A) — аденин, Г (G) — гуанин, Ц (C)—цитозин, Т (T) — тимин (один из них радиоактивно меченый P^{32} или S^{35}, для последующей детекции ДНК), которые используются для достраивания комплементарной цепи. Кроме того, в каждом варианте присутствует также еще один из типов, представленный модифицированным компонентом — дидезоксинуклеозидтрифосфатом, служащий терминатором. Этот компонент встраивается в достраиваемую цепь обычным образом, но отсутствие у него второго гидроксильного остатка рибозы не дает возможности присоединиться к нему следующему звену; таким образом, рост цепи в этом месте прекращается. Рост идет в одном направлении от 5′ к 3′ концу; таким образом, в начале у всех образующихся фрагментов будут одинаковые (исходные) нуклеотиды, а длина фрагментов будет разной, так как присоединение терминирующего дидезоксинуклеозидтрифосфата происходит случайным образом в любом из мест, где должен находиться данный тип нуклеотида. Нужно заметить, что все это не совершается автоматически, иногда для секвенирования конкретного участка ДНК бывает необходимо тщательно подобрать условия реакции — концентрации и соотношения всех компонентов, температуру и продолжительность каждого этапа, число циклов и т. п. Если все правильно подобрано, в результате во всех 4 пробирках суммарно будет столько типов фрагментов анализируемого участка ДНК, сколько нуклеотидов содержит его последовательность, их длина будет от 1 нуклеотида до полной последовательности. Содержимое каждой пробирки наносится на одну из 4 соседних дорожек геля и подвергается электрофорезу. Подвижность фрагментов, различающихся по размеру на один нуклеотид, неодинакова, и после электрофореза и радиоавтографии на геле будут видны полосы, соответствующие каждому из фрагментов. Таким образом, оценив, какой фрагмент за каким «идет», и зная, какой тип нуклеотида

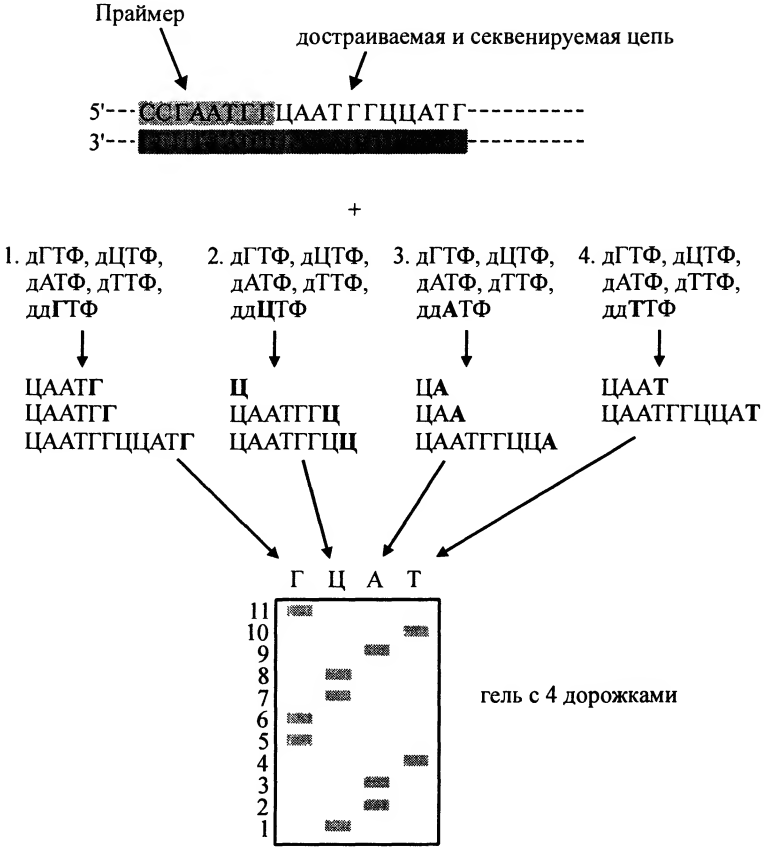

Праймер
достраиваемая и секвенируемая цепь
5'---ССГААТГГЦААТГГЦЦАТГ---------
3'---
+
1. дГТФ, дЦТФ, дАТФ, дТТФ, ддГТФ
2. дГТФ, дЦТФ, дАТФ, дТТФ, ддЦТФ
3. дГТФ, дЦТФ, дАТФ, дТТФ, ддАТФ
4. дГТФ, дЦТФ, дАТФ, дТТФ, ддТТФ
ЦААТГ
ЦААТГГ
ЦААТГГЦЦАТГ
Ц
ЦААТГГЦ
ЦААТГГЦЦ
ЦА
ЦАА
ЦААТГГЦЦА
ЦААТ
ЦААТГГЦЦАТ
Г Ц А Т
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
гель с 4 дорожками

Рис. 2. Схематическое изображение полимеразной цепной реакции — секвенирования ДНК по методу Сенджера с терминацией дидезоксинуклеозидтрифосфатами (ддNТФ).

дNТФ — мономеры дезоксинуклеозидов. Цифры с левой стороны геля указывают число нуклеотидов в соответствующем фрагменте (см. также объяснения в тексте).

в нем последний (это соответствует дорожке), можно «прочесть» гель (это делают снизу от самого маленького фрагмента) и определить последовательность.

В реакциях ПЦР-секвенирования также участвует праймер. Иногда при этом используются те же праймеры, что и при амплифицировании, а иногда (плюс к ним или вместо них) — специальные секвенирующие праймеры.

Для более надежного прочтения последовательностей секвенированию подвергаются обычно обе цепи ДНК. Последовательность, полученную в результате согласования результатов по обеим цепям, иногда называют консенсусной.

Последовательность не всегда удается прочесть полностью. Причиной может быть недостаточно четкое разделение полос в геле, так называемая компрессия (compression), что в свою очередь может быть вызвано рядом причин. Трудными участками для секвенирования считаются гомополимерные участки (содержащие один тип нуклеотида, например АААААAA) и повторяющиеся элементы, а также участки с высоким ГЦ содержанием. Последние легко образуют прочные вторичные структуры «шпильки», в этих местах ДНК-полимераза не может эффективно осуществлять синтез комплементарной цепи и образуются неспецифически терминированные фрагменты. Обычно в статьях указываются точный размер и положение участков, последовательность которых не удалось определить (иногда их протяженность достигает нескольких десятков нуклеотидов). Даже при успешном секвенировании иногда не удается идентифицировать, какой нуклеотид находится в данном конкретном положении. Его отмечают как ? или N. Кроме того, существует однобуквенный код, используемый, когда в какой-либо нуклеотидной позиции (сайте — site) обнаружены варианты: два (R = А или Г; Y = Ц или Т; M = А или Ц; K = Г или Т; S = Ц или Г; W = А или Т) или три (H = А или Ц, или Т; B = Ц или Г, или Т; V = А или Ц, или Г; D = А или Г, или Т).

Конечно, здесь все описано в самом общем виде. Есть разные варианты секвенирования, и они быстро совершенствуются. Если на первых порах секвенирование, как правило, проводили сами авторы в лабораториях, то в последние годы все большее распространение получают автоматические секвенаторы, использующие вместо радиоактивной метки флуоресцентные красители и лазерную детекцию секвенирующих гелей. При этом информация о последовательностях поступает в виде пиков флуоресценции, которые тут же могут обрабатываться специальными компьютерными программами, «читающими» последовательность. Авторы сами работают на таких приборах в своих лабораториях или отдают материал для секвенирования в коммерческие центры. Моделей автоматических секвенаторов уже очень много, они продолжают совершенствоваться, а цена определения последовательностей постепенно снижается.

Отсеквенированные последовательности участков ДНК конкретных таксонов помещаются в специальные базы данных ГенБанк (GenBank, http://www.ncbi.nlm.nih.gov.), где им присваивается инвентарный номер и где их через Интернет может увидеть и использовать для работы каждый желающий. ГенБанк содержит информацию о последовательностях, присылаемую со всего мира, хотя финансируется правительством США и является американской базой данных. Там имеются и специальные программы поиска последовательностей, гомологичных любой заданной, например БЛАСТ (BLAST — Basic Local Alignment Search Tool). Существует европейская база данных, являющаяся международной в принципе, с 1994 г. — EMBL (The European Molecular Biology Laboratory) Nucleotide Sequence Database (http://www.ebi.ac.uk).

Праймеры. Если на заре секвенирования приходилось использовать биологические праймеры (т. е. участки природных молекул ДНК), то сейчас разработаны и налажены технологии получения синтетических праймеров любой заданной последовательности и длины, их можно купить готовыми или заказать.

Чтобы выбрать небольшие участки ДНК, используемые в дальнейшем как праймеры, последовательность изучаемого участка должна быть в какой-то степени уже известна у других организмов, для ботаников — лучше у растений (близких или даже не близких к интересующей группе). Применяющиеся иногда «универсальные» праймеры для некоторых последовательностей, общие для широкого круга организмов, приводили порой к тому, что наряду с ДНК растений амплифицировались ДНК грибов (например, McDade et al., 2000) или даже насекомых-вредителей. По мере того как все больше последовательностей ДНК разных таксонов растений расшифровывается и практически уже известны полные геномные последовательности для некоторых объектов (*Arabidopsis thaliana*, *Oryza sativa*), дело становится не таким сложным, как когда-то.

Сравнивая последовательность интересующего нас участка ДНК у нескольких таксонов (часто это бывают относительно хорошо изученные растения, такие как *Nicotiana tabacum*, *Oryza sativa*, *Marchantia* и некоторые другие), выбирают наиболее консервативные районы, чтобы использовать их последовательности в качестве праймеров. При этом лучше, чтобы праймеры находились по бокам от нужного участка (фланкировали его), — это так называемые внешние (external) праймеры, тогда этот участок будет амплифицироваться полностью. Иногда, когда с помощью внешних праймеров не удается амплифицировать последовательность ДНК какого-то таксона, используют внутренние (internal) праймеры, которые составляют часть нужной последовательности. В этом случае получающийся продукт будет короче того, который может быть получен с внешними праймерами.

Есть целый ряд дополнительных условий, которым должны удовлетворять праймеры. Они не должны быть сходны друг с другом (гомологичны), чтобы не образовывать дуплексов между собой. В них не должно быть участков внутренней гомологии, чтобы не образовывалось шпилечных структур. Наконец, небезразличен их нуклеотидный состав, так как от этого зависит температура отжига (ГЦ-пары, имеющие три водородные связи, более прочны, чем АТ-пары, имеющие две связи). Существуют специальные компьютерные программы для подбора праймеров.

Иногда оказывается, что праймеры, подобранные исходя из данных по одной группе растений, довольно хорошо работают и в экспериментах с другой группой (например, праймеры для последовательностей ITS — внутренних транскрибируемых спейсеров ядерных рибосомных генов). Но бывает, что праймеры, работающие хорошо при амплификации участка ДНК таксонов одного, например, семейства, не работают с ДНК другого семейства (из-за значительных изменений соответствующего участка ДНК), и приходится подбирать другие праймеры. Так, праймеры, эффективные при работе с геном транспортной РНК *trn*K у *Saxifragaceae* и *Polemoniaceae*, не приводили к успеху при работе с таксонами *Apiaceae*, и пришлось разрабатывать другие (Plunkett et al., 1996). Нередко для одной исследуемой группы (особенно при большом числе таксонов) приходится подбирать несколько пар праймеров, так как с одной парой не удается амплифицировать и/или секвенировать ДНК всех таксонов (например, McDade et al., 2000). Если к тому же речь идет о работе с относительно крупными генами, их приходится амплифицировать и секвенировать несколькими перекрывающимися фрагментами с несколькими парами праймеров. После этого осуществляют «сборку и редактирование» (assemblage and editing) последовательности (иногда так называют и согласование данных по обеим цепям последовательности). Так, при исследовании гена нитратдегидрогеназы *ndh*F длиной около 2000 пар нуклеотидов (пн) большой группы злаков из трибы *Paniceae* было использовано 14 праймеров (Giussani et al., 2001), а гена 26S РНК (3300 пн) у таксонов пор. *Cornales* — 16 праймеров (Fan, Xiang, 2003). Иногда в работах сообщается, что не удалось амплифицировать или секвенировать ДНК некоторых таксонов из числа взятых для исследования (например, McDade et al., 2000).

Обычно авторы в статьях приводят последовательности использованных праймеров, указывают точно положение, которое они занимают на соответствующих участках ДНК конкретных таксонов. Если применены ранее описанные праймеры, указывается их обозначение (по специальной номенклатуре праймеров) и дается ссылка на соответствующую работу.

Множественное выравнивание последовательностей (multiple sequences alignment)

Выравнивание множества последовательностей — это взаиморасположение их таким образом, чтобы сходные фрагменты в разных последовательностях оказались друг против друга (рис. 3). Вообще, выравнивание представляет собой установление гомологии позиций нуклеотидов, т. е. специфическую гипотезу об эволю-

а

```
           10          20          30          40
1 ТЦГААТЦЦТГ  ЦГАЦАГЦАГА  АТГТЦЦЦГЦТ  ААЦТЦГТГ–А  39
2 ТЦГАА–ЦЦТГ  ЦГАЦАЦЦАГА  АТГТ–––ГЦТ  АГЦТЦГТ––А  34
3 ТАГАА–ЦЦТГ  ЦГАЦАГЦАГА  АТГТ–––ГЦТ  ААNТЦГТ––А  34
4 ТЦГАА–ЦЦТГ  ЦГ––АГЦТГА  АТГТЦ––ГЦТ  ААЦТЦГТ––А  33
5 ТNГАЦ–ЦАТГ  ЦГАЦАГЦАГА  АТГТ–––ГЦТ  ААЦТЦГТ––А  34
6 ТЦГАА–ЦЦТГ  ЦГА–АГЦАГА  АТГТ–––ГЦТ  –––ТЦГТ–ЦА  31
       ↑          ↑            ↑          ↑     ↑
       И          И            И          И     И
```

б

```
           10          20          30          40
1 ТЦГААТЦЦТГ  ЦГАЦАГЦАГА  АТГТЦЦЦГЦТ  ААЦТЦГТГ–А  39
2 ·····–····  ·····Ц····  ····–––···  ·Г·····––А  34
3 ·А···–····  ··········  ····–––···  ··N····––А  34
```

Рис. 3. Примеры изображений множественного выравнивания последовательностей с указанием нуклеотидов во всех позициях (*а*) и замен относительно одной последовательности (*б*).

Цифры сверху указывают номера позиций выровненных последовательностей, цифры справа — длину каждой последовательности (без учета вводимых пробелов). И — индель, N — неидентифицированный нуклеотид.

ции последовательностей. Когда длина всех последовательностей примерно одна и та же, а бóльшая часть мутаций представлена заменами отдельных нуклеотидов, выравнивание, как правило, не представляет сложности и процесс сводится только к тому, как расположить последовательности (сдвигая их участки вправо—влево относительно друг друга), чтобы в максимальном числе позиций оказались одинаковые основания. Чаще это бывает у последовательностей, кодирующих белки. Однако для большинства некодирующих последовательностей (интронов и спейсеров)[1] характерны инсерции (вставки) и делеции.

Как правило, нам неизвестно, произошла ли реально вставка в одной из сравниваемых последовательностей или делеция в другой, поэтому результат обоих этих событий называют инделем (indel). Нужно подчеркнуть, что тот или иной участок трактуют как вставку или делецию именно при выравнивании. Когда две последовательности имеют сходные участки, но между ними в одной из последовательностей находится третий, отсутствующий у другой последовательности, выявляется (постулируется), что у одной последовательности в этом месте — вставка, соответственно у второй — делеция, обозначаемая пробелами, или гэпами. Следует иметь в виду, что термин гэп (gap) часто используют как синоним термина индель, но иногда им обозначают единичный пробел (делецию одного нуклеотида), тогда может встретиться выражение «гэпы в инделях» (см., например, Muasya et al., 2001) и т. п.

При выравнивании исходят из того, чтобы максимизировать число совпадающих между двумя последовательностями пар оснований либо минимизировать число несовпадающих пар, сохраняя возможно меньшим число пробелов. Вставки зачастую представляют собой повторы соседних участков, прямые или обратные, по одному разу или более, и распознавание таких повторов, часто называемых мотивами (motifs), является важным элементом выравнивания.

---

[1] Многие эукариотические гены содержат интроны. Интроны — это участки генов, которые транскрибируются, но затем вырезаются из транскрипта и, таким образом, не транслируются (т. е. соответствующие им последовательности не кодируют белки). Длина интрона в одном и том же гене у разных растений может сильно варьировать. Межгенные спейсеры — участки, разделяющие гены, — могут быть транскрибируемыми или нетранскрибируемыми, но не являются кодирующими.

Участки, которые особенно насыщены инделями, называют гипервариабельными. Индели могут быть весьма протяженными, что сопровождается существенными различиями в длине последовательностей и затрудняет выравнивание. Бывают сложные ситуации, допускающие несколько вариантов выравнивания конкретного участка последовательностей (alternative или ambiguous alignment). Рассматривая их, исследователь нередко стоит перед выбором между бóльшим числом точечных замен или бóльшим числом пробелов (рис. 4). Поскольку, как замечает W. H. Li (1997), сравнивать точечные замены с пробелами — это все равно, что сравнивать яблоки с апельсинами (конечно, имеются в виду фрукты, а не соответствующие таксоны растений. — *В. Ш.*), было предложено ввести общий знаменатель для сравнения пробелов и замен. Этот общий знаменатель называется штрафом за пробелы (gap penalty), существуют многие системы штрафов за пробел. Выбор предпочтительного варианта выравнивания в этом случае зависит от используемых штрафных параметров. Так, выбор можно делать, используя формулу

$$E = \mathrm{Min}\ (w_1\beta + w_2\gamma),$$

где E — эволюционное расстояние между последовательностями, β — число несовпадающих пар нуклеотидов, w_1 — штрафной параметр для них, w_2 — штрафной параметр для них, γ — число пробелов (Nei, Kumar, 2000). То выравнивание (из всех возможных), для которого сумма $(w_1\beta + w_2\gamma)$ окажется минимальной, будет предпочтительным. Если взять наш пример выравниваний, приведенных на рис. 4, и задать $w_1 = 1$, а $w_2 = 3$, то величины E будут равны: $E(1) = 2 \times 1 + 2 \times 3 = 8$, $E(2) = 3 \times 1 + 1 \times 3 = 6$. Таким образом, при данных штрафных параметрах (и без учета длины инделя) второе выравнивание предпочтительно.

Перед исследователем всегда стоит задача правильного (в английских текстах иногда пишут proper) или однозначного (unambiguous, буквально — недвусмысленного) выравнивания, но не всегда это удается сделать для целых последовательностей или для их участков. Участки, для которых явно не найдено однозначного выравнивания, из анализа исключают, их наличие, величину и положение указывают в статьях.

Выравнивание часто производят только вручную (или «на глаз»), иногда с помощью специальных компьютерных программ-редакторов, например програм-

1. ГТЦТГЦТЦАЦ
2. ГЦЦТЦГАЦ

(1) ГТЦТГЦТЦАЦ
ГЦЦТ–ЦГ–АЦ (несовпадения в 2 позициях и 2 инделя в 1 нуклеотид)

(2) ГТЦТГЦТЦАЦ
ГЦЦТ– –ЦГАЦ (несовпадения в 3 позициях и 1 индель в 2 нуклеотида)

Рис. 4. Альтернативные варианты выравнивания двух последовательностей (1 и 2), различающихся по длине на два нуклеотида.

Следует заметить, что число нуклеотидных замен, а следовательно, и эволюционные расстояния между последовательностями, при разных вариантах выравнивания могут отличаться.

мы SED из пакета Vostorg (Zharkikh et al., 1990) и других. Нередко сначала последовательности выравнивают, пользуясь компьютерными программами выравнивания, наиболее популярная из которых — CLUSTAL в разных версиях (Higgins et al., 1992), а потом доводят выравнивание вручную. Дело в том, что машинные программы рассматривают каждый нуклеотид как дискретный и независимый признак, и их применение может быть успешным, когда дли́ны последовательностей равны, а преобладающим типом мутаций являются точечные замены. При сравнении большого числа не очень близких таксонов дли́ны последовательностей, как правило, существенно различаются, инделей много, размер и характер их различен, распределены они часто неравномерно. Для таких случаев эффективно работающих программ не создано, индели успешнее распознаются на глаз. Знание механизмов молекулярной эволюции и типов мутационных событий может помочь сделать более правильное выравнивание (Kelchner, 2000).

Некоторыми авторами сформулирован ряд критериев выравнивания, например: индели расставляются таким образом, чтобы свести число замен в данном участке к минимуму; инделям и точечным заменам придается равный или неравный вес; оговариваются условия, при которых индели в одном районе рассматриваются как одинаковые или разные мутационные события и т. п. (Golenberg et al., 1993; Oxelman et al., 1997). Участки, несущие индели у более чем 50 % таксонов, как правило, исключают из дальнейшего анализа (так как они обычно филогенетически неинформативны). Однако индели (особенно длиной более 3 нуклеотидов) сами по себе могут рассматриваться как таксономические признаки, в этом случае их кодируют (присутствие/отсутствие) и добавляют к матрице данных. Пробел одного нуклеотида может также кодироваться как пятое (плюс к четырем возможным типам нуклеотидов) состояние признака.

Если сходство между последовательностями низкое, много делеций и вставок, выравнивание может быть очень трудным и стать практически произвольным. Было установлено, что множественное выравнивание последовательностей должно учитывать порядок ветвления изучаемых последовательностей, так как порядок выравнивания может влиять на конечный результат. Если есть определенные предположения о филогении последовательностей, выравнивание можно сделать в прогрессирующем порядке от более родственных к менее родственным последовательностям. Если таких предположений нет, тогда выравнивание должно проводиться одновременно с реконструкцией филогении — это известно как интегрирующий, или объединяющий, подход. Поскольку этот подход может потребовать несколько циклов выравнивания и реконструкции деревьев, он очень интенсивен с точки зрения вычислений (требует много компьютерного времени), и поэтому большинство алгоритмов используют эвристический подход. Он включает следующие ступени: (1) вычисление всех пар сходства с помощью специального алгоритма; (2) конструирование дерева для этих значений; (3) повторное выравнивание последовательностей в прогрессивном порядке соответственно их родству по выведенному дереву; (4) конструирование нового дерева для попарного сходства, вычисленного на основе нового выравнивания; (5) повторение процедуры, пока вновь полученное дерево не будет идентично предыдущему. Такое ступенчатое выравнивание было применено, например, в работе L. Andersson, J. H. E. Rova (1999).

Когда все же оказывается, что несколько вариантов выравнивания выглядят одинаково «хорошими», рекомендуется их все подвергнуть дальнейшему анализу (конечно, при наличии компьютерных возможностей).

Иногда последовательности отдельных таксонов так и не удается выровнять относительно остальных. Так, при выравнивании последовательностей ITS группы видов сем. *Apiaceae* авторам пришлось удалить из анализа вид монотипного рода *Molopospermum* из-за невозможности выравнивания (Downie et al., 2000). Нередко особую сложность представляет выравнивание последовательностей основной изучаемой группы и внешней группы. Например, при исследовании трибы *Justiceae* (*Acanthaceae*) выравнивание ITS последовательностей таксонов внешней группы и членов *Justiceae* не удалось выполнить по 15 % длины последовательностей (McDade et al., 2000).

Примерно до 1999 г. в статьях нередко приводили картины выравнивания последовательностей для всех исследованных таксонов. Способы существуют разные — с указанием всех нуклеотидов во всех последовательностях (рис. 3, *а*) или только замен относительно какой-либо одной последовательности (рис. 3, *б*). Позже журналы стали реже их публиковать (хотя некоторые журналы или рецензенты требуют их предоставления от авторов предлагаемых статей). Иногда картину выравнивания дают в схематической форме (например, Bellstedt et al., 2001). Обычно авторы статей готовы по запросам предоставлять выравнивание всем интересующимся. Бывают случаи, когда авторы, занимающиеся близкой таксономической группой и тем же участком ДНК, сделав запрос и ознакомившись с выравниванием, сделанным коллегами, выражают сомнение в том, что оно сделано верно (например, Petersen et al., 2002). Матрицы выровненных последовательностей могут быть помещены в специальные базы данных, например TreeBASE (http://www.herbaria.harvard.edu/treebase).

Матрица данных (aligned data matrix), используемая в дальнейшем при построении дерева, включает выровненные последовательности всех таксонов, из которых исключены или кодированы как отсутствующие данные (missing data) все позиции, соответствующие неидентифицированным нуклеотидам и участкам, которые не удалось выровнять, иногда также — инделям (сведения о которых могут быть добавлены в матрицу в кодированном виде).

Характеристика вариабельности последовательностей

После того как проведено выравнивание последовательностей всей исследуемой группы таксонов, обычно характеризуют природу и распределение выявленных вариаций. Результаты представляют в статьях, в описательной или табличной форме. Эти сведения помогают в выборе модели эволюции последовательностей, используемой при построении деревьев. При этом определяются (как правило, компьютерными программами) общее число позиций после выравнивания; пределы варьирования длины отдельных последовательностей; их средняя длина; число позиций, исключаемых из матрицы данных; число оставшихся позиций, подлежащих дальнейшему анализу. Среди анализируемых (включенных в матрицу данных) позиций определяются число и доля константных (инвариабельных) и вариабельных (потенциально филогенетически информативных) позиций. Иногда для вариабельных позиций сообщается, в скольких из них встречается по 2 основания (признак с двумя состояниями), по 3 и, если таковые есть, по 4. Среди вариабельных позиций также определяются число и доля позиций, где замена встречается только у одного таксона (по кладистской терминологии — аутоапоморфных), — филогенетически малоинформативных (хотя они используются для определения длины ветвей) и, наконец, представляющих наибольший интерес позиций, где замена встречается у 2 и более таксонов (синапоморфных позиций). Нужно заметить, что доля таких наиболее информативных позиций в большинстве опубликованных, т. е. в той или иной мере успешных, исследований может составлять от 4 до 80 %.

Кроме того, определяется общее число инделей, распределение их по длине (как правило, длина инделей обратно пропорциональна их количеству), и они (таким же образом, как отдельные позиции) в соответствии с их присутствием у разных таксонов квалифицируются как потенциально информативные или неинформативные.

Определяется дивергенция последовательностей в исследуемой группе. Самый простой и грубый способ — оценить долю позиций, в которых у двух или более последовательностей находятся разные нуклеотиды. Но иногда дивергенцию определяют точнее, используя те или иные математические модели процесса изменений последовательностей. Определяются пределы варьирования для всей группы, а также средний уровень дивергенции для группы в целом и для отдельных входящих в нее таксонов (семейств, триб, крупных родов и т. п.). Это позволяет приблизительно судить о потенциальной полезности данного участка ДНК для оценки отношений в данной конкретной группе таксонов (для этого дивергенция должна быть не очень мала и не очень велика).

Характеризуется также нуклеотидный состав последовательностей (доля каждого из 4 типов нуклеотидов может быть равной, а может и не быть). Для кодирующих последовательностей часто указывают распределение нуклеотидных вариаций по разным позициям кодонов. Известно, что лишь две аминокислоты кодируются единственным кодоном, остальные — двумя, тремя, четырьмя и даже шестью вариантами кодонов. При этом, как правило, кодоны-синонимы (кодирующие одну аминокислоту) образуют группы, в которых два первых нуклеотида общие, а третьим они различаются (эти замены также называют синонимичными). Таким образом, замена в третьей позиции кодона может не вызвать изменения в белке, т. е. гораздо менее существенна для функции, чем замены в первой и второй позиции. В результате замены в третьем положении кодона у большинства кодирующих последовательностей встречаются гораздо чаще, чем в первых двух, т. е. скорость замен в разных позициях последовательности неодинакова.

Разработаны способы характеристики изменений последовательностей. Как известно, нуклеотиды (точнее, входящие в их состав азотистые основания) бывают двух видов — пурины (А — аденин и Г — гуанин) и пиримидины (Ц — цитозин и Т — тимин). Замена пурина на другой пурин (А ↔ Г) или пиримидина на другой пиримидин (Ц ↔ Т) называется транзицией (transition, сокращенно обозначают ts или ti), здесь возможны четыре типа изменений. Замена на основание другого типа, пурина на пиримидин или наоборот (А ↔ Ц ↔ Г; А ↔ Т ↔ Г), называется трансверсией (transversion, tv), здесь возможны 8 типов изменений. Таким образом, если бы изменения происходили чисто случайно, число трансверсий должно было быть в 2 раза больше, чем число транзиций. На самом деле в большинстве исследованных случаев транзиции заметно преобладают (особенно в кодирующих последовательностях). Этому есть объяснения. Во-первых, транзиция может легче произойти в результате химического превращения под действием множества мутагенов. Во-вторых, транзиции — более мягкие изменения в структуре ДНК, так как в кодирующих последовательностях часто являются синонимическими заменами нуклеотидов (большая часть аминокислот кодируется двумя кодонами, где замена нуклеотида в третьей позиции почти всегда представляет собой транзицию). В таблицах характеристик последовательностей обычно указывается число транзиций, трансверсий и соотношение тех и других (ts : tv). Преобладание транзиций над трансверсиями, как правило, свидетельствует о повышенной вероятности гомоплазий (конвергентных или параллельных замен).

Обычно последовательности характеризуются более подробно, если авторы ставят перед собой задачу исследовать не только отношения конкретных таксонов, но и характер молекулярной эволюции в данной группе.

Благодарности

Выражаю искреннюю благодарность К. М. Вальехо-Роман и А. В. Троицкому за консультации, А. В. Родионову и А. А. Оскольскому за ценные советы и замечания по рукописи, а также сотрудникам нашей лаборатории биосистематики и цитологии БИН за полезное обсуждение ряда вопросов. Также благодарю А. С. Антонова и Н. Б. Петрова за предоставленную возможность ознакомиться с рукописью глав из подготовленного ими к печати русского перевода книги W.-H. Li (1997).

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-04-49477).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов А. С. Существуют ли молекулярные предпосылки ревизии филогении и системы высших растений? // Журн. общ. биол. 1999. Т. 60. № 3. С. 245—276.

Антонов А. С. О возможных причинах расхождений взглядов фено- и геносистематиков на филогению и систему высших растений // Бот. журн. 2000а. Т. 85. № 1. С. 3—11.

Антонов А. С. Основы геносистематики высших растений. М., 2000б. 135 с.

Боброва В. К., Горемыкин В. В., Троицкий А. В., Вальехо-Роман К. М., Антонов А. С. Молекулярно-биологические исследования происхождения покрытосеменных растений // Журн. общ. биол. 1995. Т. 56. С. 645—661.

Чемерис А. В., Ахунов Э. Д., Вахитов В. А. Секвенирование. М., 1999. 429 с.

Шнеер В. С. Хлоропластная ДНК как источник информации для систематики высших растений // Бот. журн. 1991. Т. 76. № 12. С. 1657—1673.

Шнеер В. С. Рецензия на книгу А. С. Антонова «Основы геносистематики высших растений» // Бот. журн. 2002. Т. 87. № 5. С. 162—165.

Andersson L., Rova J. H. E. The *rps*16 intron and the phylogeny of the *Rubioideae* (*Rubiaceae*) // Plant Syst. Evol. 1999. Vol. 214. N 1—4. P. 161—186.

Beilstein M. A., Windham M. D. A phylogenetic analysis of western North American *Draba* (*Brassicaceae*) based on nuclear ribosomal DNA sequences from the ITS region // Syst. Bot. 2003. Vol. 28. N 3. P. 584—592.

Bellstedt D. U., Linder H. P., Harley E. H. Phylogenetic relationships in *Disa* based on noncoding *trn*L-*trn*F chloroplast sequences: evidence of numerous repeat regions // Amer. J. Bot. 2001. Vol. 88. N 11. P. 2088—2100.

Bobrova V. K., Troitsky A. V., Ponomarev A. G., Antonov A. S. Low-molecular-weight rRNAs sequences and plant phylogeny reconstructions: Nucleotide sequences of chloroplast 4.5S rRNAs from *Acorus calamus* (*Araceae*) and *Ligularia calthifolia* (*Asteraceae*) // Plant Syst. Evol. 1987. Vol. 156. N 1. P. 13—27.

Camacho F. J., Gernandt D. S., Liston A. Endophytic fungal DNA, the source of contamination in spruce needle // Mol. Ecol. 1997. Vol. 6. P. 983—987.

Clausing G., Renner S. S. Molecular phylogenetics of *Melastomataceae* and *Memecylaceae*: implications for character evolution // Amer. J. Bot. 2001. Vol. 88. N 3. P. 486—498.

Downie S. R., Katz-Downie D. S., Spalik K. A phylogeny of *Apiaceae* tribe *Scandiceae*: evidence from nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences // Amer. J. Bot. 2000. Vol. 87. N 1. P. 76—95.

Doyle J. J., Doyle J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochem. Bull. 1987. Vol. 19. N 1. P. 11—15.

Fan C., Xiang Q. J. Phylogenetic analysis of *Cornales* based on 26S rDNA and combined 26S rDNA — *mat*K — *rbc*L sequence data // Amer. J. Bot. 2003. Vol. 90. N 9. P. 1357—1372.

Garcia V. F., Olmstead R. G. Phylogenetics of tribe *Anthocercideae* (*Solanaceae*) based on *ndh*F and *trn*L/F sequence data // Syst. Bot. 2003. Vol. 28. N 3. P. 609—615.

Giussani L. M., Cota-Sánchez J. H., Zuloaga F. O., Kellog E. A molecular phylogeny of the grass subfamily *Panicoideae* (*Poaceae*) shows multiple origins of C_4 photosynthesis // Amer. J. Bot. 2001. Vol. 88. N 11. P. 1993—2012.

Golenberg E. M., Clegg M. T., Durbin M. L., Doebley J., Ma D. P. Evolution of a non-coding region of the chloroplast genome // Molec. Phylogenet. Evol. 1993. Vol. 2. N 1. P. 52—64.

Higgins D. G., Bleasby A. J., Fuchs R. CLUSTAL V: Improved software for multiple sequences alignment // Computer Applic. Biosci. 1992. Vol. 8. N 1. P. 189—191.

Kelchner S. A. The evolution of non-coding chloroplast DNA and its application in plant systematics // Ann. Missouri Bot. Gard. 2000. Vol. 87. N 4. P. 482—498.

Lammers T. G. Plant systematics today: all our eggs in one basket? // Syst. Bot. 1999. Vol. 24. N 3. P. 494—496.

Landrum L. R. What has happened to descriptive systematics? What would make it thrive? // Syst. Bot. 2001. Vol. 26. N 2. P. 438—442.

Lee J., Hymowitz T. A molecular phylogenetic study of the subtribe *Glycininae* (*Leguminosae*) derived from the chloroplast DNA *rps*16 intron sequences // Amer. J. Bot. 2001. Vol. 88. N 11. P. 2064—2073.

Li W.-H. Molecular evolution. Sunderland, MA, 1997. 487 p.

McDade L. A., Daniel T. F., Masta S. E., Riley K. M. Phylogenetic relationships within the tribe *Justiceae* (*Acanthaceae*): evidence from molecular sequences, morphology and cytology // Ann. Missouri Bot. Gard. 2000. Vol. 87. N 4. P. 435—457.

Muasya A. M., Simpson D. A., Chase M. W., Culham A. A phylogeny of *Isolepis* (*Cyperaceae*) inferred using plastid *rbs*L and *trn*L-F sequence data // Syst. Bot. 2001. Vol. 26. N 2. P. 342—353.

Nei M., Kumar S. Molecular evolution and phylogenetics. Oxford University Press, 2000. 333 p.

Nickrent D. L., Garcia M. A., Martin M. P. et al. A phylogeny of all species of *Arceuthobium* (*Viscaceae*) using nuclear and chloroplast DNA sequences // Amer. J. Bot. 2004. Vol. 91. N 1. P. 125—138.

Olmstead R. G., Palmer J. D. Chloroplast DNA systematics: a review of methods and data analysis // Amer. J. Bot. 1994. Vol. 81. N 9. P. 1205—1224.

Oxelman B., Lidén M., Berglund D. Chloroplast *rps*16 intron phylogeny of the tribe *Sileneae* (*Caryophyllaceae*) // Plant Syst. Evol. 1997. Vol. 206. P. 393—410.

Petersen G., Seberg O., Larsen S. The phylogenetic and taxonomic position of *Lilaeopsis* (*Apiaceae*), with notes on the applicability of ITS sequence data for phylogenetic reconstruction // Austral. Syst. Bot. 2002. Vol. 15. N 1. P. 181—191.

Plunkett G. M., Soltis D. E., Soltis P. S. Evolutionary patterns in *Apiaceae*: Inferences based on *mat*K sequence data // Syst. Bot. 1996. Vol. 21. N 4. P. 477—495.

Rydin C. R., Wikström N. Phylogeny of *Isoëtes* (*Lycopsida*): resolving basal relationships using *rbc*L sequences // Taxon 2002. Vol. 51. N 1. P. 83—89.

Samigullin T. H., Martin W., Troitsky A. V., Antonov A. S. Molecular data from the chloroplast *rpo*C1 gene suggest a deep and distinct dichotomy of contemporary spermatophytes into two monophyla: *Gymnosperms* (including *Gnetales*) and angiosperms // J. Mol. Evol. 1999. Vol. 49. P. 310—315.

Savolainen V., Guénoud P., Spichiger R. et al. The use of herbarium specimens in DNA phylogenetics: evaluation and improvement // Plant Syst. Evol. 1995. Vol. 197. N 1—4. P. 87—98.

Sytsma K. J., Hahn W. J. Molecular systematics: 1997—1999 // Progress in Botany 2001. Vol. 62. P. 307—339.

Troitsky A. V., Melekhovets Ju. F., Bobrova V. K et al. Angiosperm origin and early stages of seed plant evolution deduced from rRNA sequence comparisons // J. Mol. Evol. 1991. Vol. 32. P. 253—261.

Turner B. L. Plant systematics: beginnings and endings // Aliso 1998. Vol. 17. N 2. P. 189—200.

Valiejo-Roman C. M., Terentieva E. I., Samigullin T. H., Pimenov M. G. Relationships among genera in *Saniculoideae* and selected *Apioideae* (*Umbelliferae*) inferred from nrITS sequences // Taxon 2002a. Vol. 51. N 1. P. 91—101.

Valiejo-Roman C. M., Terentieva E. I., Samigullin T. H., Pimenov M. G. nrDNA ITS sequences and affinities of Sino-Himalayan *Apioideae* (*Umbelliferae*) // Taxon 2002b. Vol. 51. N 4. P. 685—701.

Zhang W. P., Wendel J. F., Clark L. G. Bamboozed again! Inadverted isolation on fungal rDNA sequences from bamboos (*Poaceae: Bambusoideae*) // Mol. Phylogenet. Evol. 1997. Vol. 8. P. 205—217.

Zharkikh A. A., Rzhetsky A. Y., Morozov P. S., Sitnikova T. L., Krushkal J. S. A package of microcomputer programs for sequence analysis and construction of phylogenetics // Gene. 1990. Vol. 10. N 1. P. 217—218.

SUMMARY

The article reviews briefly experimental methods and data analysis used for comparing DNA sequences and for reconstructing phylogenies. The first part of the article concerns isolation, amplification, sequencing of DNA; primers; criteria and approaches of multiple sequence alignments; characteristics of sequence variability.

СООБЩЕНИЯ

УДК 582.26 : 581.4

© С. И. Генкал,[1] В. Г. Харитонов[2]

О МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *CYCLOTELLA ARCTICA* (*BACILLARIOPHYTA*)

S. I. GENKAL, V. G. CHARITONOV. ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF *CYCLOTELLA ARCTICA* (*BACILLARIOPHYTA*)

[1] Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок
E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru
[2] Институт биологических проблем Севера ДВНЦ РАН
Магадан
E-mail: kharitonov@ibpn kolyma.ru
Поступила 15.04.2004

Электронно-микроскопическое изучение образцов из оз. Эльгыгытгын выявило значительную изменчивость количественных и качественных морфологических признаков у *Cyclotella arctica*, что позволило уточнить диагноз вида.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, *Cyclotella arctica*, *C. ocellata*, морфология, Чукотский полуостров.

Вид *Cyclotella arctica* Genkal et Charitonov был описан из ультраолиготрофного холодноводного оз. Эльгыгытгын (Чукотский п-ов) (Генкал, Харитонов, 1996). По диапазону изменчивости количественных признаков (диаметр створки, число штрихов в 10 мкм, число краевых выростов) вид близок к *C. ocellata* Pant., который был отмечен наряду с *C. arctica* в значительном количестве. Первоначально авторы сделали предположение о наличии у *C. ocellata* двух морфотипов: «*ocellata*» и «*arctica*». Однако на основе различий в структуре инициальных створок авторы пришли к заключению о видовом статусе *C. arctica*. В последние годы была выявлена значительная морфологическая изменчивость у *C. ocellata* (Kiss et al., 1996, 1999; Hegewald, Hindakova, 1997; Rojo et al., 1999) и других мелкоразмерных представителей рода (Meyer, Håkansson, 1996; Scheffler et al., 2003), в том числе показано наличие диморфизма у *C. pseudocomensis* Scheffler (Scheffler, Morabito, 2003; Scheffler et al., 2003) и *C. hispanica* Kiss, Hegewald et Acs. (Kiss et al., 2002).

Цель настоящего исследования — выявить морфологическую изменчивость *Cyclotella arctica* на основе изучения новых материалов.

Материал и методы исследования

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона, собранные в оз. Эльгыгытгын в планктонном пятне литоральной зоны с глубины 3—4 м (31.08.2004 температура воды в пятне 8 °C, вокруг пятна 3 °C), и обрастания с сетей, стоящих на глубине 5—8 м (8.08.1994 г. температура воды 2.5—2.7 °C). Очистка панцирей от органической части проводилась методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей изучали в СЭМ фирмы «JEOL-JSM-25S».

Результаты и их обсуждение

В исследованном материале *C. arctica* наблюдался значительный полиморфизм внешней поверхности створки, включая морфотип «*ocellata*» (табл. I, *1—6*), переходные формы (табл. I, *7—11*) и морфотип «*arctica*» (табл. I, *12*; II, *1—3*). Среди створок с морфотипом «ocellata» наиболее часто встречались створки с тремя крупными лакунами (табл. I, *2*, *3*), редко с одной (табл. I, *1*). Последний вариант характерен для створок минимального диаметра и для других видов рода (Генкал, Загоренко, 1987; Kiss et al., 1996). Морфотип «*ocellata*» встречается также у *C. polymorpha* Meyer et Håkansson (Meyer, Håkansson, 1996), *C. tripartita* Håkansson (Генкал, Бондаренко, 2001), *C. notata* Lossevae и *C. scrobiculus* Alesch. et Pirum. (Козыренко и др., 1992). Однако важно отметить, что ни на одной створке не наблюдались так называемые «сосочки», характерные для «*ocellata*» (Определитель..., 1951). По данным СЭМ, на створках «*ocellata*» имеются как лакуны, так и «сосочки» (papillae), расположенные между лакунами (Генкал, Загоренко, 1987; Kiss et al., 1996, 1999; Hegewald, Hindakova, 1997). Иногда их называют гранулами (Козыренко и др., 1992). Иногда они отсутствуют (возможно, в результате обработки материала кислотой), но в этом случае на створке хорошо заметны круглые основания (postaments), на которых они располагаются (Kiss et al., 1996; figs. 22—24). В связи с этим считаем, что морфотип, который мы условно назвали «*ocellata*», не относится к *C. ocellata*, а является одним из морфотипов *C. arctica*. Дополнительным аргументом в пользу такой трактовки является строение альвеол с внутренней поверхности створки. Ранее мы считали, что для *C. arctica* характерны удлиненные по радиусу альвеолы, а для «*ocellata*» — небольшие овальные (Генкал, Харитонов, 1996). В нашем материале присутствовали створки с переходной длиной ареол (табл. II, *6*, *10*, *11*) и створки «переходного» морфотипа с удлиненными альвеолами (табл. I, *10*). Разные по форме альвеолы наблюдались также на створках *C. ocellata* (Hegewald, Hindakova, 1997).

Среди центрических диатомовых разностворчатость панциря встречается нередко: у *C. ocellata* (Генкал, Загоренко, 1987; Kiss et al., 1999), *C. pseudostelligera* Hust. (Генкал, 1992), *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (Генкал, Корнева, 1990), *S. minutulus* (Kütz.) Cl. et Möll. (Генкал, Корнева, 1990), *S. makarovae* Genkal (Генкал, Корнева, 1990). К сожалению, нам удалось изучить всего несколько панцирей со стороны обеих створок (все они относились к морфотипу «*ocellata*», поэтому наша гипотеза о наличии разностворчатости панциря у *C. arctica*, которая высказывалась раньше, осталась недоказанной.

Морфотип «*arctica*» встречался среди створок большого диаметра, что связано, вероятно, с тем, что инициальные створки имели сходную структуру центрального поля (Генкал, Харитонов, 1996; табл. II, *1*). Встреченные в препарате несколько первых после деления вегетативных створок относились к переходным формам (табл. II. *4*; Генкал, Харитонов, 1997; табл. II, *2*). Строение инициальных створок (особенности внешней поверхности центрального поля и альвеол) еще раз свидетельствует о том, что в данном случае имеется один вид, проявляющий большую морфологическую изменчивость. Такое явление имеет место и среди других представителей рода *Cyclotella*. Например, у *C.* aff. *comensis* Grun. было выделено пять морфотипов (Klee et al., 1993). У *C. ocellata* также было выявлено несколько морфотипов и предложено свести *C. krammerii* Håkansson, *C. rossii* Håkansson и *C. comensis* в синонимы *C. ocellata* (Hegewald, Hindakova, 1997). Диморфизм был обнаружен в популяции *C. pseudocomensis* (Scheffler et al., 2003), вид *C. woltereckii* Hust. сведен в синонимы *C. pseudostelligera* (Генкал, 1992). K. Teubner (1995) на основании изучения разностворчатости представителей рода *Cyclotella* высказал мнение, что рельеф створки не имеет таксономической значимости. Во временном препарате встречались короткие колонии по 2—3 клетки. Диаметр створки в нашем материале варьировал в диапазоне 3.2—11.8 мкм, для морфотипа «*ocellata*» ранее приведены другие значения (2.7—14.8 мкм; Генкал, Харитонов, 1996). Число центральных выростов с опорами на створках большего диаметра доходило до трех (табл. II, *3*, *7*) (в диагнозе — 2). На некоторых створках *C. arctica* в отличие от описания наблюдались выросты с 3 опорами (табл. II, *7*) или выросты только с центральной трубкой без опор (табл. II, *8*). Штрихи 2, 3-рядные, на загибе створки 4—5-рядные (табл. II, *12*). У инициальных клеток диаметр 9.1—14 мкм, штрихов 18—25 в 10 мкм. Краевые выросты с опорами располагались на каждом 3—5-м ребре.

С учетом полученных данных приводим уточненный диагноз вида.

Cyclotella arctica Genkal et Charitonov

Клетки одиночные или в коротких колониях. Панцирь цилиндрический. Створки круглые, плоские, 2.7—14.8 мкм в диам. Периферическая зона шириной 0.3—0.6 радиуса створки. Штрихи прямые или слегка изогнутые, неравной длины, 24—32 в 10 мкм. Ребра, разделяющие штрихи, иногда дихотомически ветвящиеся. Альвеолы простые, узкие, овальные или удлиненные по радиусу, с тонкими поперечными ребровидными образованиями на внутренней поверхности закрывающего их периферического слоя. Краевые выросты с двумя опорами на 4—8 межальвеолярных перегородках. Центральная часть створки круглая, иногда неровно очерченная, с несколькими крупными лакунами, редко с радиально расходящимися от центра ребрами, дихотомически ветвящимися, иногда ямчато-бугорчатая. Двугубый вырост на границе центральной и периферической зон или в прикраевой зоне. Центральный вырост с двумя, иногда тремя опорами или без них, от 1 до 3. Известны ауксоспоры. Инициальные створки 9.1—14 мкм в диам., штрихов 18—25 в 10 мкм, краевые выросты на 3—5-м ребре.

Выводы

C. arctica вегетирует в виде одиночных клеток, иногда в виде коротких колоний.

C. arctica характеризуется значительным полиморфизмом строения створки с внешней и внутренней поверхностей, при этом морфотип «*ocellata*» следует относить не к *C. ocellata*, как считалось ранее, а к *C. arctica*.

Ряд признаков — диаметр створки, число выростов на створке, строение выростов и альвеол — варьирует в большей степени, чем указывается в диагнозе вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балонов И. М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. С. 87—91.

Генкал С. И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги. СПб., 1992. 128 с.

Генкал С. И., Бондаренко Н. А. Материалы к флоре водорослей (*Centrophyceae*, *Bacillariophyta*) некоторых озер Прибайкалья и Забайкалья // Биология внутренних вод. 2001. № 1. С. 3—10.

Генкал С. И., Загоренко Г. Ф. Новые данные о тонкой структуре панциря *Cyclotella ocellata* Pant. (*Bacillariophyta*) // Информ. бюл. Биол. внутр. вод. 1987. № 74. С. 11—15.

Генкал С. И., Корнева Л. Г. Морфология и систематика некоторых видов рода *Stephanodiscus* Ehr. // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов водоемов бассейна Волги. Л., 1990. С. 219—236.

Генкал С. И., Харитонов В. Г. Cyclotella arctica (*Bacillariophyta*) — новый вид из озера Эльгыгытгын (Чукотский полуостров) // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 10. С. 69—73.

Козыренко Т. Ф., Логинова Л. П., Генкал С. И. и др. *Cyclotella* Kütz. // Диатомовые водоросли СССР. Т. 2. Вып. 2. СПб., 1992. С. 24—47.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М., 1951. 619 с.

Hegewald E., Hindakova A. Variability of a natur population and clones of the *Cyclotella ocellata*-complex (*Bacillariophyceae*) from the Gallberg-pond, N. W. Germany // Algological Studies. 1997. Vol. 86. P. 17—37.

Kiss K. T., Hegewald E., Acs E. Cyclotella hispanica a new dimorphic centric diatom species (*Bacillariophyceae*) // Algological Studies. 2002. Vol. 106. P. 1—16.

Kiss K. T., Klee R., Hegewald E. Reinvestigation of the original material of *Cyclotella ocellata* Pantocsek (*Bacillariophyceae*) // Algological Studies. 1999. Vol. 93. P. 39—53.

Kiss K. T., Rojo C., Cobelas M. A. Morphological variability of a *Cyclotella ocellata* (*Bacillariophyceae*) population in the Lake Las Madres (Span) // Algological Studies. 1996. Vol. 82. P. 37—55.

Klee R., Schmidt R., Müller J. Alleröd diatom assemblages in Prealpine Hardwater lakes of Bavaria and Austria as preserved by the Laacher See eruption event // Limnologica. 1993. Vol. 23 (2). P. 131—143.

Meyer B., Håkansson H. Morphological variation of *Cyclotella polymorpha* sp. nov. (*Bacillariophyceae*) // Phycologia. 1996. Vol. 35 (1). P. 64—69.

Rojo C., Kiss K. T., Alvarez-Cobelas M., Rodrigo M. A. Population dynamics of *Cyclotella ocellata* (*Bacillariophyceae*): endogenous and exogenous factors // Arch. Hydrobiol. 1999. Vol. 145. N 4. P. 479—495.

Scheffler W., Houk V., Klee R. Morphology, morphological variability and ultrastructure of *Cyclotella delicatula* Hustedt (*Bacillariophyceae*) from hustedt material // Diatom Research. 2003. Vol. 18 (1). P. 107—121.

Scheffler W., Morabito G. Topical observations on centric diatoms (*Bacillariophyceae*, *Centrales*) of Lake Como (N. Italy) // J. Limnol. 2003. Vol. 62 (1). P. 47—60.

Scheffler W., Nicklisch A., Hepperle D. Dimorphism in *Cyclotella pseudocomensis* (*Heterokontophyta*, *Bacillariophyceae*) as revealed by morphological, ecological and molecular methods // Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advans. Limnol. 2003. Vol. 58. P. 157—173.

Teubner K. A light microscopical investigation and multivariate statistical analyses of heterovalvar cells of *Cyclotella*-species (*Bacillariophyceae*) from lakes of the Berlin—Brandenburg region // Diatom Res. 1995. Vol. 10 (1). P. 191—205.

SUMMARY

The electron microscopy study of materials from Elghyghytghyn Lake showed appreciable morphological variability of the valves of *Cyclotella arctica* at the external (the presence of several morphotypes) and internal valve face. Variability of a number of other quantitative and qualitative features as well as the presence of short colonies was also recorded. Based on the results obtained an improved diagnosis of the species is given.

УДК 582.32(571.66)

© И. В. Чернядьева,[1] А. Д. Потемкин,[1] В. И. Золотов[2]

МОХООБРАЗНЫЕ (*BRYOPHYTA*) ОКРЕСТНОСТЕЙ МУТНОВСКИХ ГОРЯЧИХ ИСТОЧНИКОВ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

I. V. CZERNYADJEVA, A. D. POTEMKIN, V. I. ZOLOTOV. BRYOPHYTES OF VICINITY OF MUTNOVSKY HOT SPRINGS (SOUTHERN KAMCHATKA)

[1] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Факс (812) 234-45-12
E-mail: Potemkin_Alexey@mail.ru
[2] Главный ботанический сад РАН
127276 Москва, Ботаническая, 4
E-mail: arctoa@eignatova.home.bio.msu.ru
Поступила 30.04.2004

Изучена бриофлора окрестностей Мутновских гидротермальных источников в районе, подверженном сильному продолжительному антропогенному прессингу. Выявлено 39 видов печеночников и 70 видов листостебельных мхов. Проведено сравнение данной бриофлоры с ранее изученным близлежащим аналогичным районом Нижне-Кошелевских горячих ключей, который мало подвержен антропогенной нагрузке. Показано, что сильное антропогенное воздействие в районе Мутновских источников привело к резкому изменению таксономического спектра мохообразных, выпадению из состава флоры родов и видов, являющихся доминантами в ненарушенных горных тундрах Камчатки.

Ключевые слова: Камчатка, листостебельные мхи, печеночники, флора, антропогенный прессинг.

Статья является продолжением публикаций по бриофлоре п-ова Камчатка (Чернядьева, 1995, 2002а, 2002б, 2002в; Чернядьева, Потемкин, 2002, 2003, и др.). В основу работы положены материалы, собранные первым автором в августе 2002 г. в окрестностях Мутновских горячих источников, а также мохообразные из коллекции сотрудников Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН О. А. Чернягиной и О. А. Козолуп в 2001 г. и сборы к геоботаническим описаниям В. Ю. Нешатаевой (2002 г.). Кроме того, привлечены коллекции печеночников, собранные 27—28 июля 1995 г. С. В. Осиповым (Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток).

Мутновские горячие источники находятся у восточного подножия горы Скалистой на макросклоне действующего вулкана Мутновский, расположенного на юге Восточного меридианального вулканического хребта (52°32′ с. ш., 158°12′ в. д.). Для Восточного вулканического хребта характерно наличие крупных вулканов и вулканических плато, расположенных на разных гипсометрических уровнях. Основными экзогенными факторами, сформировавшими рельеф, являются ледниковая деятельность, речная эрозия и физическое выветривание горных пород. Глубина эрозионного расчленения местности составляет 200—600 м. Высота Мутновского вулкана 2322 м над ур. м., вершина покрыта ледниками и снежниками. Работы проводились на высотах 900—1100 м над ур. м. на вулканическом плато. Изученный объект расположен в районе активно действующих парогидротерм, представляющих собой грязевые котлы с кипящей водой, периодически выбрасывающие невысокие струи пара. Грязевые котлы окружены термальными полями с разной степенью прогретости почвы, покрытой разреженной растительностью. Из котлов берут начало термальные ручьи.

Исследуемая территория относится к южному вулканическому климатическому району п-ова Камчатка (Кондратюк, 1974). Средняя температура января составляет –8 °С, абсолютный минимум –40 °С. Продолжительность вегетационного периода — 115—120 дней, однако период активной вегетации значительно меньше — 30—35 дней. Лето длится с июля по сентябрь, средняя температура самого теплого месяца (августа) +13 °С. Безморозный период длится около трех месяцев. Для района характерно высокое количество осадков — до 2500 мм в год, мощность снежного покрова достигает 3 м. Трансформация влажных теплых воздушных масс, поступающих с Тихого океана, сравнительно невелика. Поэтому даже в горных долинах, удаленных на значительное расстояние от побережья, заметно влияние Тихого океана (Грантовских, 1986). В целом, высокая влажность воздуха, значительная облачность и обильные осадки в сочетании с частыми ураганными ветрами обусловливают здесь неблагоприятные метеорологические условия (Кондратюк, 1974).

С 1970 г. в окрестностях Мутновских горячих источников ведется интенсивная геологическая разведка глубинных вод, а с 1992 г. — строительство крупнейшей в мире геотермальной электростанции. Весь район подвергнут сильнейшему антропогенному прессингу, часть растительных сообществ уничтожена, большинство оставшихся являются вторичными. На значительных территориях растительный покров сильно нарушен, а местами полностью уничтожен (колеи дорог, отвалы, свалки мусора, площадки бурения и т. д.). Источники активно посещаются туристами, что приводит к нарушению растительного покрова и даже деструкции термальных и фумарольных полей.

Мутновские горячие источники расположены в горно-тундровом поясе, преобладающим типом растительного покрова являются горные тундры (Чернягина и др., 2003). Наиболее широко распространены кустарничковые тундры с доминированием *Empetrum nigrum*,[1] *Vaccinium vulcanorum*, *Salix arctica*. Мхи покрывают не более 10 % поверхности почвы, преобладают *Polytrichum piliferum*, *Racomitrium canescens*, камни покрыты *Arctoa fulvella*, *Racomitrium sudeticum*. Также обычны ивковые и ивково-рододендроновые тундры с господством *Salix arctica*, *S. chamissonis*, *S. sphenophylla*, *Rhododendron camtschaticum*, *Calamagrostis sesquiflora*. Участие мхов незначительно, их проективное покрытие не превышает 5—7 %. Наиболее обильны *Polytrichum piliferum, Racomitrium canescens*. На склонах встречаются небольшие участки ольховников из *Alnus kamtschatica*. В напочвенном покрове преобладают *Calamagrostis purpurea* и *Rhododendron camtschaticum*. Мхи произрастают в основном вокруг стволов ольхи, их проективное покрытие менее 5 %. Дернинки диаметром 10—20 см образуют *Brachythecium starkei*, *Plagiothecium denticulatum*, *Polytrichastrum alpinum*. Под снежниками небольшие участки заняты разнотравными нивальными сообществами. Мхи здесь играют ведущую роль, образуя пышные ковры и покрывая до 90 % почвы. Господствуют *Philonotis fontana*, *Pohlia wahlenbergii*, в меньшей степени — *Oligotrichum hercynicum*. По берегам холодных и термальных ручьев мохообразные образуют специфические сообщества с преобладанием *Bryum schleicheri*, *Philonotis fontana*, *Pohlia wahlenbergii*, *Polytri-*

---

[1] Названия сосудистых растений приводятся согласно С. С. Харкевичу (1981).

chum sexangulare, *Warnstorfia pseudostraminea*; в воде на камнях обширные подушки образуют *Hygrohypnum ochraceum*. В районе исследования широко распространены участки обнаженной почвы как естественного (термальные поля, береговые откосы), так и антропогенного (дороги, отвалы породы и т. д.) происхождения. Здесь произрастают *Cephalozia bicuspidata*, *Ceratodon purpureus*, *Nardia assamica*, *Jungermannia hyalina*, *Polytrichum jensenii*, виды родов *Dicranella*, *Ditrichum*, *Pohlia*. Специфическим типом местообитаний являются скальные выходы и каменистые осыпи. На камнях встречаются виды рода *Andreaea* и *Grimmia alpestris*, на камнях со слоем мелкозема — *Arctoa fulvella*, *Racomitrium sudeticum*, на мелкоземе среди камней — *Kiaeria falcata*, *K. starkei*, *Polytrichum piliferum*.

Ниже приводится аннотированный список печеночных и листостебельных мхов. В пределах каждого класса виды перечисляются в алфавитном порядке. Для каждого вида указывается встречаемость (редко — вид собран 1—3 раза, спорадически — 4—8 раз, часто — более 8 раз), субстрат, местообитание. Отмечено наличие спороношения и органов вегетативного размножения. Для редких видов даются полностью этикетки сборов с указанием номера образца или даты сбора; если образец собран не И. В. Чернядьевой, отмечается коллектор. Для некоторых видов описываются анатомо-морфологические особенности изученных образцов. Все образцы хранятся в бриологическом гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Для печеночников, встреченных в примеси, приводятся номера сборов, заканчивающиеся знаком «+». В гербарии эти виды находятся вместе с основным видом образца, под тем же номером без знака «+».

Hepaticae

Anthelia julacea (L.) Dumort. subsp. *julacea*. — Редко. Мелкими пятнами и отдельными стеблями с *Lophozia savicziae*, *Gymnomitrion apiculatum*, *Marsupella condensata*, на зарастающем оползневом пятне в ивковой тундре, № 685, В. Нешатаева; на каменистой россыпи сплошным покрытием с *Nardia unispiralis*, *Lophozia* cf. *sudetica*, № 680б, В. Нешатаева. В последнем образце отмечены мужские растения с андроцеями (без ювенильных архегониев на верхушке) и женские — со спороношением.

Несмотря на сравнительно мелкие споры, 13—16 мкм в диам., и очевидную двудомность, диагностичные для *A. julacea* s. str. многие признаки образца (размер растений и клеток листа, беловатая окраска побегов, обширное распространение ризоидов, сравнительно узкие спирали элатер, 2—3 мкм шир.) свидетельствуют в пользу отнесения его к *A. juratzkana*. Принимая во внимание первостепенность характера разделения полов и размеров спор для дифференциации этих двух таксонов и неоднозначную оценку остальных признаков как ключевых (ср.: Шляков, 1979; Schuster, 1974; Schumacker, Váňa, 2000; Paton, 1999), данный образец относится к типовому подвиду *Anthelia julacea*. Чрезвычайная изменчивость признаков *A. julacea* и *A. juratzkana* (Limpr.) Trev. и проблематичность их дифференциации в стерильном состоянии склоняют нас к рассмотрению последнего вида в ранге подвида *A. julacea* вслед за R. Schumacker, J. Váňa (2000). R. Grolle и D. G. Long (2000) также отмечают сомнительность генетической обособленности *A. jurartzkana*.

Anthelia julacea subsp. *juratzkana* (Limpr.) Meyl. (=*Anthelia juratzkana* (Limpr.) Trev.). — Спорадически. На обнаженной почве в ольховнике мелкими пятнышками среди *Lophozia excisa*, № 6б+, О. Козолуп, со спороношением; на почве в горной моховой тундре сплошным покрытием, № 2030Пв, С. Осипов; на почве в горной сырой моховой тундре рассеянно среди *Marsupella brevissima*, *Nardia japonica*,

№ 2042Пд+, С. Осипов; на склоне в ивковой (*Salix arctica*) тундре у холодного ручья, с примесью к *Pleurocladula albescens*, № 1+, О. Чернягина.

Cephalozia ambigua C. Massal. — Редко. На обнаженной почве в ольховнике пучками среди *Nardia japonica,* № 6в, О. Козолуп; тундра ивковая сырая среди *Jungermannia hyalina*, № 681, В. Нешатаева.

C. bicuspidata (L.) Dumort. — Спорадически. На почве в горной моховой тундре в смеси с *Nardia japonica*, *Nardia scalaris*, № 2030Пд+, С. Осипов; на термальной площадке вдоль русла холодного ручья на обнаженной почве мелким пятном среди *Jungermannia exsertifolia*, № 22; среди разреженной растительной группировки на термальном поле, в примеси к *Scapania uliginosa*, *Nardia assamica*, № 105+; сплошным покрытием рядом с *Jungermannia hyalina*, № 106.

Cephaloziella cf. *varians* (Gottsche) Steph. — Редко. На голой почве отдельными стеблями с *Lophozia bicrenata* в горной ивково-рододендроновой тундре, № 12+, О. Чернягина. С выводковыми почками. Образец представлен небольшим числом стерильных побегов.

C. divaricata (Sm.) Schiffn. — Редко. На обнаженной почве в кустарничковой тундре отдельными стеблями среди *Lophozia bicrenata*, № 7+, О. Козолуп. С выводковыми почками.

Diplophyllum taxifolium (Wahlenb.) Dumort. — Редко. На камнях со слоем мелкозема у реки небольшим сплошным покрытием с *Lophozia savicziae*, № 2033Пб, С. Осипов.

Gymnomitrion apiculatum (Schiffn.) Müll. Frib. — Редко. На зарастающем оползневом пятне в ивковой тундре отдельными стеблями среди *Anthelia julacea*, *Lophozia savicziae*, *Marsupella condensata*, № 685, В. Нешатаева.

Jungermannia caespiticia Lindenb. — Редко. На гидротермальных прогреваемых глинистых склонах обширным сплошным покрытием с примесью *Nardia assamica*, № 16а, О. Чернягина. С выводковыми почками.

Jungermannia cf. *evansii* Váňa. — Редко. Сплошным покрытием на теплой почве среди разреженной растительной группировки на термальном поле в примеси к *Scapania uliginosa*, № 104а, 104б. С неоплодотворенными гинецеями и антеридиальными побегами, mod. *leptoderma-viridis* et *fusca*. Масляные тела от 2—3 в клетке (5—6 мкм в диам. до 5 × 12 мкм) до 2—4 в клетке (3—6 × 5—9 мкм).

Особенностью изученных растений по сравнению с североамериканскими (Schuster, 1969) являются бесцветные, а не пурпурные до яркокрасных ризоиды, более крупные краевые клетки (ca. 24—30 мкм против 15—20 мкм, указанных Schuster, 1969) и спорадическая встречаемость листьев с длиной, равной ширине или несколько меньше, а не больше ее. Вместе с тем растения имеют типичную для вида форму листьев, суженных к верхней части и нередко более или менее выемчатых на верхушке, с более или менее изломанным краем, и характеризуются двудомностью. Показательно, что крупные краевые клетки отмечены и в образце вида из междуречья нижнего течения р. Быстрой-Большой и среднего течения р. Начилова (Потемкин, 2003), который сходен с описанием по остальным признакам. Выяснение таксономического статуса изученных растений требует их сравнения с североамериканскими образцами, в настоящее время недоступными для изучения.

J. exsertifolia Steph. — Редко. На термальном поле вдоль русла холодного ручья, на обнаженной почве сплошным покрытием с *Cephalozia bicuspidata*, № 22, О. Чернягина. Mod. *parvifolia-fusca* vel *viridis*.

J. hyalina Lyell (=*J. vulcanicola* (Schiffn.) Steph., syn. nov.). — Часто. На обнаженной почве и глине по берегам теплых и холодных ручьев, реки, в сырых горных тундрах, часто сплошным покрытием. Отмечены антеридиальные побеги и растения с ювенильными периантиями.

Принимая во внимание широкую экологическую амплитуду *J. hyalina* и несущественные отличия от *J. vulcanicola* (=*J. thermarum* Steph.), выражающиеся, согласно T. Amakawa (1960), в восходящей форме роста и более редких ризоидах (признаках экологически зависимых и встречающихся также у *J. hyalina*), полагаем, что *J. vulcanicola* может представлять лишь морфотип, обусловленный спецификой условий, характерных для вулканических территорий. Изучение японских и курильских образцов *J. vulcanicola*, хранящихся в LE, показало, что существенные отличия между ними и растениями с Камчатки отсутствуют.

J. sphaerocarpa Hook. — Редко. На обнаженной почве в ольховнике отдельными стеблями среди *Nardia japonica*, № 6в+, О. Козолуп.

Lophozia bicrenata (Schmidel ex Hoffm.) Dumort. — Редко. На обнаженной почве в горной ивково-рододендроновой тундре отдельными стеблями с *Cephaloziella* cf. *varians*, № 12, О. Чернягина; на обнаженной почве в кустарничковой тундре небольшим сплошным покрытием с примесью *Lophozia excisa*, *L. sudetica*, *Cephaloziella divaricata*, № 7, О. Козолуп. С выводковыми почками, периантиями и спороношением.

L. debiliformis R. M. Schust. et Damsh. — Редко. На обнаженной почве в ольховнике, № 19, О. Чернягина; на пологом восточном склоне горы, около ручья, № 4, О. Козолуп; на камнях на склоне к реке, № 96. Обычно сплошным покрытием с немногочисленными выводковыми почками или без них. В последнем образце отмечены антеридиальные побеги.

L. excisa (Dicks.) Dumort. — на обнаженной почве в ольховнике разреженным сплошным покрытием с примесью *Anthelia julacea* subsp. *juratzkana*, № 6б, О. Козолуп; на обнаженной почве в сухой тундре отдельными стеблями среди *Lophozia bicrenata*, № 7+, О. Козолуп. С выводковыми почками.

L. rufescens Schljakov. — Спорадически. На почве в горных тундрах среди *Pleurocladula albescens* и др. печеночников и по берегу реки небольшим покрытием и в смеси с *Lophozia savicziae* № 2030Пб,г+, 2033Пв, 2035Па, 2042П, С. Осипов. Спорадически с немногочисленными выводковыми почками, однажды (№ 2030б) с периантиями.

L. savicziae Schljakov. — Спорадически. На зарастающем оползневом пятне и у холодного ручья в ивковых тундрах, под камнями в увлажненных условиях в горной осоково-ивковой тундре, на почве и камнях у реки, мелкими пятнами, отдельными стеблями и небольшими сплошными покрытиями. Спорадически с выводковыми почками, однажды (№ 2033Пг, С. Осипов) с ювенильными периантиями.

L. sudetica (Nees ex Huebener) Grolle. — Редко. На обнаженной почве в кустарничковой тундре мелкими пятнышками среди *L. bicrenata*, № 7+, О. Козолуп; на мелкоземе среди каменистой россыпи единичными побегами среди *Anthelia julacea*, № 680а, В. Нешатаева. Без выводковых почек.

Marchantia polymorpha L. susbsp. *montivagans* Bischl. et Boisselier (=approx. *M. alpestris* (Nees) Burgeff). — Редко. На почве в горной моховой тундре сплошным покрытием, № 2030Па, С. Осипов. С выводковыми телами.

Marsupella adusta (Nees emend. Limpr.) Spruce. — Редко. На обнаженном мелкоземе в горной осоково-ивковой тундре небольшим сплошным покрытием с *Polytrichum piliferum*, № 10, О. Чернягина. С периантиями и ювенильными спорофитами, пареция, коричневые недозрелые споры 8—10 мкм в диам. Второе указание вида для Камчатки, третье — для России (Потемкин, 2003).

M. brevissima (Dumort.) Grolle. — Редко. На обнаженной почве в ольховнике, сплошным покрытием, № 6г, О. Козолуп; на заболоченном лугу, мелкими пятнышками среди *Nardia sp.*, № 2, 11 IX 2001, О. Козолуп; на почве в горной сырой моховой тундре, рассеянно среди *Nardia japonica*, *Anthelia juratzkana*, № 2042Пд, С. Осипов. С периантиями и ювенильными спорофитами.

M. condensata (Ångstr. ex C. Hartm.) Lindb. ex Kaal. — Редко. На зарастающем оползневом пятне в ивковой тундре, с *Anthelia julacea*, № 685, В. Нешатаева. Растения представлены редкой mod. *laxifolia-viridis* с переходами к типичной mod. *densifolia-fusca.*

M. emarginata (Ehrh.) Dumort. — Редко. На обнаженной почве в сообществе *Juncus filiformis* (50 %) сплошным покрытием, № 47, 13 VIII 2001, О. Чернягина. С периантиями. Mod. *parvifolia-fusca* vel *viridis.*

M. sphacelata (Geiseke ex Lindenb.) Dumort. — Редко. На обнаженной почве сплошным покрытием, № 15, О. Чернягина; на почве поверх камней в смеси с *Nardia japonica*, № 2036П, С. Осипов. В последнем образце отмечены мужские растения.

Nardia assamica (Mitt.) Amakawa. — Часто. На термальных полях на теплой до горячей, преимущественно избыточно увлажненной, глинистой почве, часто сплошным покрытием. Спорадически с периантиями и антеридиальными побегами (№ 16б, О. Чернягина; № 32, 33). Вид чрезвычайно варьирует по размерам побегов, спорадически развивает как цельные, так и мелколопастные листья. Клетки середины листа нередко достигают 40 мкм в диам., кутикула у большинства образцов гладкая, лишь иногда едва папиллозная. Наиболее диагностичными признаками стерильных форм вида, по-видимому, следует считать характерно суженные к верхушке листья и крупные, обычно превосходящие по ширине стебель, амфигастрии. Как показывают наши наблюдения, вид встречается в основном на переувлажненных глинистых почвах вблизи термальных источников.

N. geoscyphus (De Not.) Lindb. — Редко. На почве в сырых горных и ивковой тундрах среди мхов и в смеси с *Pleurocladula albescens*, *Lophozia rufescens*, *Scapania mucronata* subsp. *praetervisa*, *Scapania irrigua*, *Jungermannia hyalina*, *Cepha-*

lozia ambigua и др., № 681, В. Нешатаева; № 2042П:а+, б+, г+, С. Осипов. С периантиями.

N. insecta Lindb. — Редко. На почве в горной сырой моховой тундре среди *Pleurocladula albescens*, *Nardia geoscyphus*, *Lophozia rufescens*, № 2042Па+, С. Осипов.

N. japonica Steph. — Спорадически. Сплошным покрытием на обнаженной почве в ольховнике, № 6а, О. Козолуп; в горной моховой тундре в смеси с *Cephalozia bicuspidata*, *Nardia scalaris*, № 2030Пд, С. Осипов; на почве в горной сырой моховой тундре рассеянно среди *Marsupella brevissima*, *Anthelia julacea* subsp. *juratzkana*, № 2042Пд+, С. Осипов; на суглинке у реки в смеси с *Jungermannia hyalina*, № 2035Пг, С. Осипов.

N. scalaris Gray. — Редко. На почве в горной моховой тундре небольшим сплошным покрытием с примесью *Lophozia rufescens*, *Pleurocladula albescens*, № 2030Пг, С. Осипов.

N. unispiralis Amakawa. — Редко. На мелкоземе каменистой россыпи отдельными стеблями и пучками среди *Anthelia julacea*, № 680, В. Нешатаева; на мелкоземе у ручья сплошным покрытием, № 2044Пб, С. Осипов. Второе указание для России.

Вид морфологически сходен с *N. breidleri* (Limpr.) Lindb. и *N. japonica*, но имеет несколько иную форму листа, напоминающую зеркальное отражение листа *Lophozia excisa*, т. е. с максимальной шириной на границе нижней и средней третей или около середины, но в отличие от последнего вида часто с более узкой и короткой вентральной, а не дорсальной лопастью и более прямым вентральным, а не дорсальным краем. Для *N. unispiralis* характерны мелкие, иногда сильно редуцированные более или менее треугольные до шиловидных амфигастрии. Важнейшей диагностической чертой *N. unispiralis* являются односпиральные элатеры, неизвестные для *N. hiroshii*, рассматриваемой Váňa (1976) в качестве синонима и описанной в стерильном состоянии. Описание и иллюстрации обоих видов приведены Amakawa (1959. Figs. 9: m—v; 10: a—j). Важнейшим признаком, отличающим вид от близкой *N. japonica*, являются мелкие, спорадически развитые амфигастрии. *N. unispiralis* отличается от *N. breidleri* более крупными клетками и способностью развивать мелкие до крупных угловые утолщения клеточных стенок листьев.

При первом указании вида для России с Центральной Камчатки как *Nardia* cf. *unispiralis* указывалось на проблематичность предложенной Váňa (1976) синонимизации *Nardia hiroshii* Amakawa с *N. unispiralis* и отмечалась необходимость изучения типового материала (Bakalin, 2003). Одним из важных отличий обоих видов является степень развития амфигастриев. Они более широкие, треугольные, редко рудиментарные или отсутствующие (obsolete) у первого вида и шиловидные, часто рудиментарные или отсутствующие у второго. Кроме того, у *Nardia hiroshii* клетки верхушки листа более крупные, 22—30 × 22 мкм, с отчетливыми до узловатых угловыми утолщениями, а у *N. unispiralis* — более мелкие, 15—18 мкм.

У изученных растений амфигастрии существенно варьируют по форме: 1) длина обычно значительно превосходит ширину при основании (т. е. ближе к треугольным); 2) в большинстве случаев амфигастрии отчетливо развитые; 3) клетки верхушки листа преимущественно мелкие, 15—18 мкм, и лишь на отдельных листьях достигают 25 мкм; 4) без угловых утолщений даже на пигментированных листьях. Из указанных признаков второй соответствует *Nardia hiroshii*, а 1, 3—4 — *N. unispiralis*. Принимая во внимание широкую изменчивость видов рода по таким признакам, как степень развития амфигастриев и размер клеток, мы относим наши образцы к последнему виду. Определение таксономического статуса *Nardia hiroshii* представляется тесно связанным не столько с изучением типового материала, сколько с находкой спороносящих форм, имеющих сходное с типовым описанием строение клеточной сети и амфигастриев.

Как отмечал Bakalin (2003), *N. unispiralis* может быть принята за *Lophozia* (*Protolophozia*) *elongata* (Lindb.) Steph. От последнего вида *N. unispiralis* отличается двудомностью, более мелкими дорсальными лопастями листьев, значительно более толстым и массивным стеблем и крупными масляными телами, располагающимися по 2—3, а не 7—17—30 в клетке.

Pellia epiphylla (L.) Corda. — Редко. На почве в горной сырой моховой тундре сплошным покрытием со *Scapania uliginosa*, *Jungermannia* sp., № 2031П, С. Осипов. С псевдопериантиями, пареция, покрывало крупное, с выраженным отчетливым низким передним краем.

P. neesiana (Gottsche) Limpr. — Редко. Под пологом куртины ольхи в ольховнике, у холодного термального ключа сплошным покрытием, № 46, О. Чернягина. С псевдопериантиями.

Pleurocladula albescens (Hook.) Grolle. — Спорадически. На почве в горных тундрах, у холодного ручья на склоне в долине ивковой (*Salix arctica*) тундры, часто сплошным покрытием. Однажды (№ 1, О. Чернягина) с периантиями.

Scapania irrigua (Nees) Nees. — Редко. В сырой ивковой тундре с *Jungermannia hyalina*, *Nardia geoscyphus*, *Cephalozia ambigua*, № 681, В. Нешатаева.

S. mucronata H. Buch subsp. *praetervisa* (Meylan) R. M. Schust. — Редко. На почве в горной сырой моховой тундре среди *Pleurocladula albescens*, *Nardia geoscyphus*, *Lophozia rufescens*, *Jungermannia hyalina*, № 2042Пб, С. Осипов.

S. obscura (Arnell et C. E. O. Jensen) Schiffn. — Редко. На почве в горной сырой моховой тундре рассеянно среди мхов с *Nardia geoscyphus*, etc., № 2042 Пг, С. Осипов; в ивковой (*Salix arctica*) тундре на склоне в долине у холодного ручья примесью к *Pleurocladula albescens*, № 1, О. Чернягина. Последний образец с пурпурными одноклеточными выводковыми почками. Фенотип *Scapania hyperborea*.

S. scandica (Arnell et H. Buch) Macvicar var. *argutedentata* H. Buch. — Редко. На суглинке у реки среди *Nardia japonica*, *Lophozia rufescens*, № 2035Пб, С. Осипов.

S. subalpina (Nees ex Lindenb.) Dumort. — Редко. На почве поверх камней у реки сплошным покрытием, № 2033Пд, С. Осипов; на мелкоземе у ручья сплошным покрытием, № 2044Па, С. Осипов; на почве в горной сырой моховой тундре небольшим сплошным покрытием, № 2042Пе, С. Осипов. С выводковыми почками и антеридиальными побегами.

S. uliginosa (Lindenb.) Dumort. — Спорадически. По берегу холодного ручья сплошным покрытием и в смеси со мхами; на почве в горной сырой моховой тундре небольшим покрытием среди *Pellia epiphylla*; среди разреженной растительной группировки рядом с термальными источниками, на теплой сырой почве.

Musci

Andreaea alpestris (Thed.) Schimp. — Редко. На камнях в кустарничковых тундрах, № 8, О. Чернягина и № 94. Со спорогонами.

A. nivalis Hook. — Редко. На камнях по берегу термального ручья, № 102 и по берегу реки, № 97.

Arctoa fulvella (Dicks.) B. S. G. — Часто. На почве в кустарничковых, ивковых и ивково-рододендроновых тундрах; на мелкоземе между камней и камнях со слоем мелкозема на обрывах и каменистых осыпях; на сухих камнях по берегам холодных и термальных ручьев. Со спорогонами. Изредка обилен. Сопутствующие виды: *Kiaeria falcata*, *K. starkei*, *Dicranoweisia crispula*.

Brachythecium oedipodium (Mitt.) A. Jaeger. — Редко. На почве в вейниковом ольховнике.

B. reflexum (Starke) B. S. G. — Редко. На почве и опаде в вейниковом ольховнике, № 99. У растений стеблевые листья имеют почти ровный, редко слабо пильчатый край.

B. starkei (Brid.) B. S. G. — Спорадически. На почве в вейниковых и рододендроновых ольховниках и в ивковой тундре.

Bryum alpinum. J. Huds. ex With. — Редко. На почве на термальных полях с *B. schleicheri*, № 6 и 33, О. Чернягина. Со спорогонами.

B. elegans Nees. ex Brid. — Редко. На почве в ивково-рододендроновой тундре, № 93.

B. intermedium (Brid.) Blandow. — Редко. На почве на термальных полях, № 26 и 27, О. Чернягина. Со спорогонами.

B. laevifilum Syed. — Редко. На почве на термальных полях. С выводковыми нитями.

B. pseudotriquetrum (Hedw.) P. Gaertn. et al. — Редко. На почве по берегу холодного ручья в смеси с *Pohlia wahlenbergii*; на обнаженной почве термальных полей. Местами обилен.

B. schleicheri Schwägr. — Часто. На почве и камнях со слоем почвы по берегам холодных ручьев и реки; на почве термальных полей и вейникового ольховника. Обилен. Сопутствующий вид: *Pohlia wahlenbergii*.

B. weigelii Spreng. in Biehler. — Редко. На обнаженной почве по берегам холодных ручьев, № 86 и № 41, О. Чернягина.

Calliergon stramineum (Brid.) Kindb. — Редко. На почве на задернованном склоне, № 98.

Ceratodon purpureus (Hedw.). Brid. var. *purpureus*. — Спорадически. На почве в кустарничковых, ивковых и ивково-рододендроновых тундрах; на обнаженной почве обрывов. Со спорогонами.

C. purpureus (Hedw.) Brid. var. *rotundifolius* Berggr. — Редко. На почве в ивково-рододендроновой тундре, № 93.

Dicranella cf. *cerviculata* (Hedw.) Schimp. — Редко. На обнаженной почве на термальном поле, № 106.

D. palustris (Dicks.) Crundw. ex E. F. Warb. — Спорадически. На почве и камнях со слоем мелкозема у воды по берегам холодных ручьев; на влажной скале у термальных ключей; на переувлажненной почве на термальном поле.

D. subulata (Hedw.) Schimp. — Редко. На обнаженной суглинистой почве на обрыве, № 89. На почве в сырой ивковой тундре, № 681, В. Нешатаева. Со спорогонами.

Dicranoweisia crispula (Hedw.) Lindb. — Редко. На камнях со слоем мелкозема на обрыве к реке, с *Kiaeria starkei*, № 96. На сухих камнях по берегу реки, с *Arctoa fulvella*, № 97. Со спорогонами. У растений образца № 97 ушковая группа клеток листьев не выражена.

Ditrichum cylindricum (Hedw.) Grout. — Редко. На обнаженной суглинистой почве на обрыве, № 89. Со спорогонами.

D. lineare (Sw.) Lindb. — Редко. На почве в вейниковом ольховнике, в примеси к *Oligotrichum hercynicum*, № 99.

D. pusillum (Hedw.) Hampe. — Редко. На обнаженной почве по обочине дороги, 25 VIII 2002. Со спорогонами.

Grimmia alpestris (F. Weber et D. Mohr) Schleich. ex Nees. — Спорадически. На сухих камнях по берегам реки и ручьев, на обрыве к реке. Со спорогонами.

Hygrohypnum duriusculum (De Not.) D. W. Jamieson. — Редко. На камнях в воде холодных ручьев, № 97 — с *H. ochraceum* и № 100 обилен. Со спорогонами.

H. ochraceum (Turner ex Wilson) Loeske. — Спорадически. На камнях в воде по берегам реки и холодных ручьев. Обилен. У растений образца № 92 отмечено много листьев с одиночной жилкой.

Kiaeria blyttii (Schimp.) Broth. — Редко. На почве на заболоченном лугу, № 2, О. Козолуп.

K. falcata (Hedw.) I. Hagen. — Часто. На камнях и почве по берегам холодных и термальных ручьев; на мелкоземе среди камней каменистых осыпей и обрывов; на почве в ивковой тундре и на термальной площадке. Со спорогонами. Местами обилен. Сопутствующие виды: *Kiaeria starkei*, *Arctoa fulvella*.

K. starkei (F. Weber et D. Mohr) I. Hagen. — Спорадически. На почве на задернованном склоне; на камнях со слоем мелкозема на обрывах и по берегу реки. Со спорогонами. Сопутствующие виды: *Arctoa fulvella*, *Kiaeria falcata*, *Dicranoweisia crispula.*

Leptobryum pyriforme (Hedw.) Wilson. — Редко. На обнаженной суглинистой почве на обрыве, № 89, и на термальном поле, № 85.

Leptodyctium riparium (Hedw.) Warnst. — Редко. На влажной почве на термальном поле, № 87. В воде холодного ручья, № 39, О. Чернягина. Растения имеют длинные клетки пластинки листа — от 60—70 до 100 мкм, ушковая группа клеток не выражена, клетки основания листа расширены, прямоугольные.

Oligotrichum hercynicum (Hedw.) DC. — Спорадически. На обнаженной почве на обрывах и по обочинам дорог; на почве по берегам ручьев, в вейниковом ольховнике, нивальной группировке и нивальной кустарничковой тундре. Со спорогонами. Изредка обилен.

O. parallelum (Mitt.) Kindb. — Редко. На обнаженной почве на обрывах и по обочинам дорог. Изредка обилен.

Philonotis fontana (Hedw.) Brid. — Часто. На почве, изредка на камнях со слоем мелкозема по берегам холодных и термальных ручьев; на почве на термальных полях, в нивальных разнотравных группировках и на задернованном обрыве; на скале у термальных ключей. Обилен. Со спорогонами.

P. tomentella Molendo. — Редко. На камнях со слоем мелкозема по берегу реки с *Bryum schleicheri*, № 97.

P. yezoana Besch et Cardot ex Cardot. — Редко. На почве и камнях со слоем мелкозема по берегам холодных ручьев, № 86, 88. На скале у термальных ключей, обилен вместе с *P. fontana*, *Pohlia wahlenbergii*, № 103. У растений образца № 103 наблюдается сильное ветвление побегов под перихецием.

Plagiothecium denticulatum (Hedw.) B. S. G. — Спорадически. На почве в вейниковых и рододендроновых ольховниках; на почве по берегу холодного ручья.

Pogonatum urnigerum (Hedw.) P. Beauv. — Редко. На сухом камне со слоем мелкозема по берегу холодного ручья; на почве среди разнотравно-злаковой группировки на термальном поле и на береговом обрыве.

Pohlia andalusica (Hoehnel) Broth. — Редко. На почве в ивково-рододендроновой тундре, № 93, и в сырой ивковой тундре, № 681, В. Нешатаева. С выводковыми почками.

P. annotina (Hedw.) Lindb. — Спорадически. На обнаженной почве на обрывах и термальных полях; на почве и камнях со слоем мелкозема по берегам холодных и термальных ручьев. Сопутствующий вид: *P. cardotii.* С выводковыми почками.

P. cardotii (Renauld) Broth. — Спорадически. На почве и камнях со слоем мелкозема по берегам холодных и термальных ручьев; на мелкоземе между камней на каменистой осыпи. Изредка обилен. Сопутствующий вид — *P. annotina*.

P. drummondii (C. Muell.) A. L. Andrews. — Редко. На почве в сырой ивковой тундре, № 681, В. Нешатаева. С выводковыми почками.

P. filum (Schimp.) Mart. — Спорадически. На обнаженной почве, изредка на камнях со слоем мелкозема по берегам холодных ручьев, реки и на обрывах; на почве в ивковой тундре и на заболоченном лугу. Изредка обилен. С выводковыми почками.

P. nutans (Hedw.) Lindb. — Спорадически. На почве в ивковых тундрах и среди разнотравно-злаковых группировок на термальных полях. Со спорогонами.

P. wahlenbergii (F. Weber et D. Mohr) A. L. Andrews. — Часто. На почве по берегам холодных ручьев; на обнаженной почве на термальных полях и обрывах; на почве в ивковой тундре, нивальной разнотравной группировке; на скале у термальных ключей. Обилен, образует обширные ковры. Сопутствующие виды: *Bryum pseudotriquetrum*, *B. schleicheri*.

Polytrichastrum alpinum (Hedw.) G. L. Sm. — Редко. На почве в рододендроновом ольховнике, № 424, В. Нешатаева и в вейниковом ольховнике, № 99.

Polytrichum jensenii I. Hagen. — Спорадически. На почве на термальных полях; часто по краю грязевых котлов. Обилен. У большинства растений на листьях не развиты зубцы. У листьев побегов в одном образце отмечено очень длинное влагалище.

P. juniperinum Hedw. — Редко. На почве в сыровой ивковой тундре, № 681, В. Нешатаева.

P. piliferum Hedw. — Часто. На почве в кустарничковых, ивковых и ивково-рододендроновых тундрах; по берегам холодных ручьев; на мелкоземе среди камней на каменистых осыпях. Местами обилен.

P. sexangulare Brid. — Редко. На почве по берегам холодных ручьев, в кустарничковой тундре и на каменистой осыпи. Со спорогонами.

Racomitrium canescens (Hedw.) Brid. — Часто. На почве в кустарничковых, ивковых и ивково-рододендроновых тундрах; на заболоченном лугу. Обилен.

R. ericoides (F. Weber ex Brid.) Brid. — Редко. На обнаженной суглинистой почве на обрыве, № 89.

R. fasciculare (Hedw.) Brid. — Спорадически. На камнях и камнях со слоем мелкозема по берегам ручьев и реки; на обнаженной почве на термальном поле. Местами обилен. Со спорогонами.

R. lanuginosum (Hedw.) Brid. — Редко. На почве в кустарничковых тундрах, № 3, О. Чернягина, и № 95.

R. muticum (Kindb.) Frisvoll. — Редко. На камнях со слоем мелкозема и на мелкоземе между камней на склоне к р. Фальшивая, образует сплошной покров, № 96.

R. sudeticum (Funck) B. S. G. var. *sudeticum.* — Часто. На почве в кустарничковых и осоково-ивковых тундрах; на камнях со слоем мелкозема на каменистой россыпи. Местами обилен. Со спорогонами.

R. sudeticum (Funck) B. S. G. f. *kindbergii* Frisvoll. — Редко. На камнях со слоем мелкозема на обрыве к реке; на камнях по берегам ручьев и реки. Местами обилен. Со спорогонами.

Rhizomnium nudum (E. Britton et R. S. Williams) T. J. Kop. — Редко. На почве на задернованном склоне, № 100.

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske. — Редко. На почве в сырой ивковой тундре, № 681, В. Нешатаева.

Schistidium rivulare (Brid.) Podp. — Редко. На камне в воде холодного ручья, обилен, № 100. На камне по берегу реки, обилен, № 97. Со спорогонами.

Sphagnum angustifolium (Russow) C. E. O. Jensen. — Редко. На влажной почве на термальных полях.

S. balticum (Russ.) Russ. ex C. E. O. Jensen. — Редко. На влажной почве на термальном поле, № 35, О. Чернягина. У растений данного образца веточные листья имеют длинный кончик.

S. fallax (H. Klinggr.) H. Klinggr. — Редко. На влажной почве на термальном поле, № 31, О. Чернягина.

S. fimbriatum Wilson in Wilson et Hook. f. — Спорадически. На влажной почве на термальных полях и по берегам холодных ручьев. Местами обилен.

S. girgensohnii Russow. — Редко. На влажной почве на термальном поле, № 106.

S. riparium Ångst. — Редко. На влажной почве на термальном поле, № 87.

S. russowii Warnst. — Спорадически. На влажной почве на термальных полях. Местами обилен. У растений отмечено наличие в стеблевых листьях многочисленных волокон и пор.

Warnstorfia fluitans (Hedw.) Loeske. — Редко. На камне по берегу термального ручья, № 102. На почве по краю грязевых котлов на термальном поле, обилен, № 106. Для растений образца № 102 характерны листья со слабо развитой ушковой группой и туповатым кончиком.

W. pseudostraminea (C. Muell.) Tuom. et T. J. Kop. — Спорадически. На почве, реже на камнях у воды по берегам холодных ручьев; на почве на термальных полях и в разнотравной нивальной группировке. Изредка обилен.

Таким образом, в ходе проведенных исследований для окрестностей Мутновских горячих ключей (далее М) выявлено 106 видов мохообразных. Ранее в этом районе проводил работы геоботаник С. В. Осипов. Результаты обработки коллекции опубликованы в совместной статье с В. Я. Черданцевой (Черданцева, Осипов, 1998), где для окрестностей пос. Мутновский приводятся 12 видов листостебельных мхов, из которых 3 не были выявлены нами: *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Leskea polycarpa* Hedw., *Philonotis caespitosa* Jur. Суммируя все известные данные, получаем для М 109 видов мохообразных: 39 печеночников и 70 видов листостебельных мхов. Исследованная флора необычайно бедна по видовому составу мохообразных, особенно листостебельных мхов. Низкий уровень видового разнообразия объясняется прежде всего сильнейшим антропогенным прессингом, которому эта территория подвергалась более 40 лет (см. выше).

Особенности видового состава района исследования наиболее наглядно проявляются при его сравнении с ранее изученным близлежащим аналогичным районом Нижне-Кошелевских горячих ключей (далее НК). НК расположены в 160 км на ЮЗ от М, на склоне Кошелевского вулкана в сходном высотном диапазоне (850—1000 м над ур. м.), в местности, мало подвергавшейся антропогенному прессингу (Чернядьева, Потемкин, 2002). Площади обеих обследованных территорий примерно равны. В НК собран 51 вид мохообразных: 37 видов печеночников и 123 вида листостебельных мхов (Чернядьева, Потемкин, 2002). Таким образом, число видов печеночников в М и НК примерно одинаково, тогда как число видов мхов более чем в 1.5 раза меньше в М по сравнению с НК (см. таблицу).

Причины отмеченных диспропорций изменения видового состава листостебельных и печеночных мхов могут быть объяснены, на наш взгляд, прежде всего характером изменения растительного покрова, обусловленным сильным антропогенным прессингом. Для М характерны исчезновение естественных растительных сообществ и замена их вторичными, крайне обедненными по видовому составу. Особенно сильно это сказывается на видовом богатстве горных тундр. Так, в НК на пробных площадях в горных тундрах выявлено 10—15 видов, тогда как в М — 4—6 видов. Другой причиной является обилие участков обнаженной почвы, обусловленное разнообразным антропогенным воздействием. На этих участках, малоблагоприятных для поселения листостебельных мхов, печеночники достигают максимального разнообразия и обилия, не встречая заметной конкуренции со стороны листостебельных мхов. Кроме того, постоянные выбросы отработанных ГеоЭС термальных вод, обогащенных соединениями серы, способствуют подкислению почв. Указанные факты свидетельствуют о лучшей приспособляемости и большей устойчивости печеночников, по сравнению с листостебельными мхами, к нарушению растительного покрова и закислению почв.

Видовое богатство и структура бриофлор Мутновских горячих источников (А) и Нижне-Кошелевских горячих источников (Б)

Показатели	А	Б
Число видов мохообразных, в т. ч.	109	160
печеночных мхов	39	37
листостебельных мхов	70	123
Доля видов печеночных мхов от всей бриофлоры, %	35	23
Число родов (печеночников + мхов)	13 + 27	19 + 60
Число семейств (печеночников + мхов)	9 + 12	14 + 23

Видовое богатство флоры печеночников М и НК очень близко: 39 и 37 видов соответственно. Несмотря на это, их флористический состав очень сильно различается. Общих видов для обеих точек только 17. Общность видового состава при расчете коэффициента Съеренсена-Чекановского составляет 22.4 %. Флора листостебельных мхов М значительно беднее, чем НК: 71 и 123 вида соответственно. Общность видового состава также очень низка: 46 общих видов ($К_{С\text{-}Ч}$ = 23.7 %). Причина столь низкого сходства обеих близко расположенных флор также обусловлена прежде всего высоким уровнем антропогенного прессинга в районе Мутновских гидротермальных источников. Широкое распространение здесь нарушенных субстратов определяет высокое видовое разнообразие родов *Nardia*, *Jungermannia*, *Marsupella*, *Scapania*, *Bryum*, *Pohlia*, *Ditrichum*. Вместе с тем в М в значительной степени уничтожена стланиковая растительность, что ведет к сокращению числа видов, связанных с этим типом сообществ. В НК такие виды представлены значительно шире, часть из них отсутствует в М, например *Brachythecium salebrosum* (F. Weber et D. Mohr) Schimp., *Plagiothecium cavifolium* (Brid.) Z. Iwats., *P. laetum* Schimp., *Ptilidium californicum* (Austin) Pearson, *Rhytidiadelphus subpinnatus* (Lindb.) T. J. Kop., *R. triquetrus* (Hedw.) Warnts. и др.

Вторичный характер горных тундр в М обусловливает их значительное флористическое обеднение. Из флоры М выпали многие типичные доминанты горных тундр НК и Камчатки в целом: виды рода *Dicranum*, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr., *A. turgidum* (Wahlenb.) Schwaegr., *Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Ptilidium ciliare* (L.) Hampe. Отсутствуют обычные в горных тундрах семейство *Hypnaceae*, роды *Abietinella*, *Oncophorus*. Один из самых распространенных по всей территории Камчатки видов *Sanionia uncinata* собран на Мутновских ключах один раз.

Неблагоприятные для развития растительности условия в окрестностях Мутновских источников сказались и на структуре бриофлоры. Так, по сравнению с НК обеднение происходит не только на видовом, но и на родовом и семейственном уровнях (см. таблицу). Число родов во флоре М значительно меньше, чем в НК (13 и 27 печеночников и мхов против 19 и 60 соответственно). При этом в М значительно меньше одновидовых родов, чем в НК. Аналогично проявляется обеднение по числу семейств, 21 семейство мохообразных отмечено в М и 37 в НК (см. таблицу). Наиболее крупными во флоре листостебельных мхов М являются семейства *Bryaceae* (15 видов) и *Polytrichaceae* (8 видов), виды которых в значительной степени приурочены к нарушенным местообитаниям. Во флоре НК наиболее флористически богаты семейства *Dicranaceae* (21 вид) и *Amblystegiaceae* (15 видов), в состав которых в значительной степени входят виды горных тундр. В случае же печеночников во флоре М отмечены совершенно нехарактерное для Севера Голарктики ярко выраженное доминирование сем. *Jungermanniaceae* (11 видов) и достаточно богатое для флор Камчатки представительство сем. *Scapaniaceae* (6 видов). По сравнению с М во флоре НК сем. *Jungermanniaceae* занимает 2-е место и включает 7 видов, а *Scapaniaceae* стоит на последнем месте и представлено единственным видом — *Scapania uliginosa*. Причины этих диспропорций неясны и могут быть объяснены лишь отчасти приуроченностью многих видов указанных семейств и особенно *Jungermanniaceae* к местообитаниям обнаженной почвы, широко распространенным в М.

Сходство флор проявляется в приуроченности к исследованным территориям видов, чрезвычайно редких в России, находящихся на северной границе распространения и связанных, по-видимому, в своем распространении (по меньшей мере, в северной части их ареалов) с местами выходов термальных вод. К таким видам относятся *Marsupella adusta*, *Nardia assamica*, *Pohlia cardotii*, *Racomitrium muticum* и *Philonotis yezoana*. Последние три вида впервые выявлены в России на Нижне-Кошелевских ключах и известны только из этих двух точек. Для *Pohlia cardotii* это единственные местонахождения в Евразии (Чернядьева, 1995).

Несмотря на бедность бриофлоры окрестностей Мутновских горячих источников, здесь выявлен ряд новых для п-ова Камчатки мохообразных: 6 видов, один подвид и одна разновидность печеночников: *Cephalozia ambigua*, *Cephaloziella* cf. *varians*, *Lophozia rufescens*, *Marsupella condensata*, *Nardia unispiralis*, *Scapania mucronata* subsp. *praetervisa*, *S. obscura*, *S. scandica* var. *argutedentata* и 5 видов листостебельных мхов: *Andreaea alpestris*, *Bryum alpinum*, *Bryum elegans*, *Ditrichum pusillum*, *Pohlia andalusica*. Из вышеперечисленных видов наибольший интерес представляют находки *Marsupella condensata* и *Nardia unispiralis*. Первый вид известен в азиатской России только с Чукотки (Афонина, Дуда, 1993), где очень редок, а за ее пределами — с Полярного и Северного Урала (Зиновьева, 1973), Мурманской обл. (Шляков, Константинова, 1982). Указание вида для Карелии сомнительно (Бакалин, 1999). Находка вида на Камчатке, по имеющимся сведениям, самая южная в России и Азии. *Nardia unispiralis* впервые отмечена Bakalin (2003) с Центральной Камчатки как *Nardia* cf. *unispiralis*. Наша находка — второе местонахождение в России и является самым северным в мире.

Проведенное исследование показало, что сильный антропогенный прессинг, связанный со строительством и эксплуатацией Мутновской ГеоЭС, обусловливает кардинальные изменения флоры мохообразных: сильное обеднение видового состава мхов при сохранении числа видов печеночников; изменение таксономической структуры флоры, проявляющееся в уменьшении числа родов и семейств мохообразных и изменении состава родов печеночников. Своеобразие флоры Мутновских источников проявляется в присутствии ряда редких и малоизвестных в России видов, находящихся здесь близ границы распространения.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность О. А. Козолуп, В. Ю. Нешатаевой, С. В. Осипову, О. А. Чернягиной за предоставленные материалы. И. В. Чернядьева искренне благодарит М. С. Игнатова и Е. А. Игнатову за помощь при определении некоторых образцов. Мы глубоко признательны О. М. Афониной за внимательное прочтение первого варианта рукописи и конструктивную критику.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-04-49593) и Министерства промышленности и науки Российской Федерации (грант МК-2527.2003.04).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афонина О. М., Дуда Й. Печеночные мхи Чукотки // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 3. С. 77—93.

Бакалин В. А. Печеночники Карелии // Arctoa. 1999. Т. 8. С. 17—26.

Грантовских А. В. Климат и метеорологические условия бассейна Курильского озера // Комплексные исследования озера Курильского (Южная Камчатка). Владивосток, 1986. С. 30—51.

Зиновьева Л. А. К флоре печеночных мхов Полярного и Северного Урала // Уч. зап. Пермск. гос. ун-та. 1973. № 263. С. 14—37.

Кондратюк В. И. Климат Камчатки. М., 1974. 204 с.

Потемкин А. Д. Новые и малоизвестные для России печеночники с Камчатки и из Приморского края (российский Дальний Восток) // Arctoa. 2003. Т. 12. С. 75—82.

Харкевич С. С. Определитель сосудистых растений Камчатской области. М., 1981. 460 с.

Чернягина О. А., *Якубов В. В.*, *Новикова О. О.* Флора и растительность района строящейся Мутновской гидротермальной станции (Камчатка) // Комаровские чтения. 2003. Вып. 49. С. 30—51.

Черданцева В. Я., *Осипов С. В.* К флоре листостебельных мхов (*Musci*) полуострова Камчатка // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 7. С. 85—92.

Чернядьева И. В. К флоре листостебельных мхов полуострова Камчатка // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 6. С. 61—74.

Чернядьева И. В. Листостебельные мхи бассейна р. Левый Кихчик (Дальний Восток, Западная Камчатка) // Arctoa. 2002а. Т. 11. С. 91—100.

Чернядьева И. В. Новые находки редких и интересных видов листостебельных мхов на полуострове Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. III науч. конф., 15—17 ноября 2002 г. Петропавловск-Камчатский, 2002б. С. 103—106.

Чернядьева И. В. История изучения бриофлоры полуострова Камчатка // Проблемы бриологии на рубеже веков. Матер. Междунар. сов., посв. 90-летию со дня рожд. Р. Н. Шлякова и И. И. Абрамова. СПб., 2002в. С. 67—69.

Чернядьева И. В. Род *Hygrohypnum* (*Amblystegiaceae*, *Musci*) в России // Arctoa. 2003. Т. 12. С. 25—58.

Чернядьева И. В., *Потемкин А. Д.* Флора мохообразных // Флора и растительность южной Камчатки (на примере Южно-Камчатского Федерального заказника). Петропавловск-Камчатский, 2002. С. 44—66.

Чернядьева И. В., *Потемкин А. Д.* К флоре мохообразных юго-западной Камчатки (российский Дальний Восток) // Arctoa. 2003. Т. 12. С. 59—74.

Шляков Р. Н. Печеночные мхи Севера СССР, вып. 2. Печеночники: Гербертовые—Геокаликсовые. Л., 1979. 191 с.

Шляков Р. Н., *Константинова Н. А.* Конспект флоры мохообразных Мурманской области. Апатиты, 1982. 288 с.

Amakawa T. Family *Jungermanniaceae* of Japan. I. // J. Hattori Bot. Lab. 1959. N 21. P. 248—291.

Amakawa T. Family *Jungermanniaceae* of Japan. II // J. Hattori Bot. Lab. 1960. N 22. P. 1—90.

Bakalin V. A. A preliminary check-list of the hepatics of Kamchatka Peninsula (Russian Far East) // Arctoa. 2003. Vol. 12. P. 83—90.

Grolle R., *Long D. G.* An annotated check-list of the *Hepaticae* and *Anthocerotae* of Europe and Macaronesia // J. Bryol. 2000. Vol. 22. P. 103—140.

Paton J. A. The liverwort flora of the British Isles. Essex, 1999. 626 p.

Schumacker R., *Váňa J.* Identification keys to the liverworts and hornworts of Europe and Macaronesia (distribution and status) // Documents de la Station scientifique des Hautes-Fagnes. 2000. 160 p.

Schuster R. M. The *Hepaticae* and *Anthocerotae* of North America east of the hundredth meridian. New York, London, 1969. Vol. 2. xii + 1062 p.

Schuster R. M. The *Hepaticae* and *Anthocerotae* of North America east of the hundredth meridian. New York, London, 1974. Vol. 3. ix + 880 p.

Váňa J. Studien über die *Jungermannioideae* (*Hepaticae*) 10. *Nardia* // Folia Geobot. Phytotax., Praha, 1976. Vol. 11. P. 367—425.

SUMMARY

In the course of study of bryoflora of Mutnovsky hot springs (Southern Kamchatka, volcano Mutnovsky, 52°32′ N, 158°12′ E) 39 liverwort species and 70 moss species were recorded. The study area is subjected to strong anthropogenic pressing, which caused peculiarity of the species composition of its bryoflora. Comparison of the bryoflora of Mutnovsky hot springs with earlier studied closely situated similar area of Nizhne-Koshelevsky hot springs, which is not subjected to anthropogenic pressing, shown that the anthropogenic pressing in the study area resulted in drastic changes of taxonomic composition of bryophytes, disappearance from the flora genera and species, which dominate in untouched mountain tundra of Kamchatka. It is remarkable that number of moss species in the flora of Mutnovsky hot springs in comparison with Nizhne-Koshelevsky hot springs strongly decreases (70 vs. 123) whereas number of liverworts even increases (39 vs. 37). Reasons of such discrepancy are considered. Specificity of the studied bryoflora is in occurrence of some rare and little-know in Russia species — *Marsupella adusta*, *Nardia assamica*, *N. unispiralis*, *Pohlia cardotii*, *Racomitrium muticum* and *Philonotis yezoana*. The following bryophytes were recorded as a new for Kamchatka: liverworts — *Cephalozia ambigua*, *Cephaloziella* cf. *varians*, *Lophozia rufescens*, *Marsupella condensata*, *Nardia unispiralis*, *Scapania mucronata* subsp. *praetervisa*, *S. obscura*, *S. scandica* var. *argutedentata* and mosses — *Andreaea alpestris*, *Bryum alpinum*, *B. elegans*, *Ditrichum pusillum*, *Pohlia andalusica*.

УДК 581.52 : 631.411

© И. В. Дроздова

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КУСТАРНИКАМИ И КУСТАРНИЧКАМИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА НА РАЗНЫХ ТИПАХ ГОРНЫХ ПОРОД

I. V. DROZDOVA. PECULIARITIES OF THE ACCUMULATION OF MINERAL ELEMENTS BY SHRUBS AND DWARF SHRUBS OF THE POLAR URAL ON DIFFERENT ROCK TYPES

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Поступила 25.03.2004
Окончательный вариант получен 29.04.2004

Исследовано накопление K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni у 26 видов кустарников и кустарничков в горных тундрах Полярного Урала на известняках, кислых и ультраосновных горных породах. Виды, произрастающие на известняках, характеризуются преимущественным накоплением Ca по сравнению с Mg. На ультраосновных породах, напротив, растения накапливают высокое количество Mg, а содержание Ca в них снижено. На гипербазитах растения характеризуются повышенным накоплением Ni. В кустарниках и кустарничках на известняках обнаружены низкие концентрации микроэлементов, особенно Mn и Fe. Для ацидофитов характерно более высокое содержание K, а также микроэлементов: Mn, Fe, Cu. В разных геохимических и экологических условиях отмечена низкая вариабельность уровня макроэлементов у эрикодных кустарничков и *Juniperus sibirica* в отличие от кустарников и кустарничков рода *Salix*.

Ключевые слова: концентрация элементов, минеральный состав растений, ультраосновные, кислые горные породы, известняки, кустарники, кустарнички.

Резкие различия растительности на карбонатных и силикатных породах были отмечены для различных зон и областей (Юдин, 1963; Юрцев, Петровский, 1971; Иванова, 1973; Сохадзе, 1982; Kinzel, 1983; Erschbamer, 1990). Изменения видового состава и структуры сообществ на известняках показаны Б. А. Юрцевым для Чукотки (1974) и Полярного Урала (Юрцев и др., 2001; Юрцев и др., 2004). В условиях холодного климата ацидофикация почв усиливается вследствие выщелачивания $CaCO_3$ с дождевой водой и медленного микробного разложения растительных остатков. Последнее приводит к накоплению сильно кислого грубого сырого гумуса, особенно под эрикоидными кустарничками и хвойными, что делает флористические различия сообществ на известняках и кислых горных породах еще более значительными. В связи с этим особый интерес представляло сравнение минерального состава кустарников и кустарничков в контрастных геохимических условиях.

Почвы, развитые на известняках, характеризуются щелочной и нейтральной реакцией среды. Благодаря высокому содержанию $CaCO_3$ они лучше дренированы, а поэтому суше и теплее, чем почвы на кислых горных породах. На известняках Полярного Урала К. Н. Игошина (1960) наблюдала обогащение флоры ценозов и концентрацию южных форм. Здесь поселяются кальцефиты, часто являющиеся эндемиками, а также базифиты — виды с более широкой экологической амплитудой, но не выдерживающие на кислых почвах конкуренции со стороны господствующих там олиготрофных кустарничков.

Почвы на ультраосновных породах и серпентинитах (продуктах их метаморфизации) имеют близкую к нейтральной реакцию среды, что обусловлено высоким содержанием в них соединений Mg. Это дает возможность поселяться здесь некоторым базифитам, отсутствующим на кислых породах. Набор видов, встречающихся на ультраосновных породах и известняках, сходен лишь отчасти. Это свидетельствует о том, что определяющую роль в заселении этих субстратов играет соотношение Ca/Mg, а не щелочная реакция почвенной среды. Результаты анализов образцов растений, а также экспериментальные исследования ряда авторов (Cooper, 1976; Erschbamer, 1990) показали, что именно высокое содержание Mg в почвах на серпентинитах является главным фактором, препятствующим поселению на них кальцефитов. Ультраосновные породы бедны Ca, что, вероятно, делает возможным произрастание на них ряда ацидофитов. Совместное произрастание базифитов и некоторых ацидофитов является характерной чертой «серпентинитовой» флоры и повторяется в разных географических областях (Proctor, Nagy, 1992; Алексеева-Попова, Дроздова, 1994). Выделяют также группу облигатных ацидофитов. Они отсутствуют как на ультраосновных, так и на карбонатных горных породах.

Неодинаковый минералогический состав карбонатных и особенно ультраосновных горных пород и различия климатических условий определяют варьирование химического состава почв, развитых на этих породах, и подвижности в них элементов питания растений. Следовательно, в каждом конкретном географическом районе необходимы изучение особенностей химизма субстратов и определение почвенно-геохимических факторов, играющих определяющую роль в своеобразии растительности на известняках и ультраосновных горных породах.

Цель данной работы — выявление различий в накоплении макро- и микроэлементов между кустарниками и кустарничками на карбонатных и ультраосновных горных породах Полярного Урала и кислыми зональными. Полученные данные необходимы для оценки дифференциации видов на породах различного состава.

Материал и методика

Образцы растений были собраны на Полярном Урале (67° с. ш.) в бассейне р. Большая Пайпудына, в районе пос. Мраморный, где имеются выходы карбонатных горных пород, представленные известняками и мраморами. На выходах ультраосновных пород материал собирали вблизи истоков р. Верхняя Хойла (Войкаро-Сыньинский массив с преобладанием дунитов) и в бассейне р. Макар-Рузь (юго-западный отрог массива Рай-Из с преобладанием перидотитов). Для сравнения материал собирали также на кислых горных породах: сланцах и филлитах на правобережье р. Большая Пайпудына (восточный макросклон Большого Пайпудынского хр.) и на горе Хойла-Мыльк (западные предгорья Полярного Урала), а также в окрестностях пос. Полярный, где доминируют метаморфизированные песчаники, алевролиты, глинистые сланцы.

В данной работе приводятся результаты изучения минерального состава 26 видов кустарников и кустарничков из семейств *Cypressaceae*, *Salicaceae*, *Betulaceae*, *Rosaceae*, *Empetraceae*, *Ericaceae*, *Caprifoliaceae*. В каждом экотопе средняя проба для анализа составлялась из листьев 20—30 особей. Собирали образцы как амфитолерантных видов, произрастающих на разных типах горных пород, так и облигатно приуроченных к породам определенного химического состава. В однотипных геохимических условиях виды, встречающиеся с высоким обилием, собирали в нескольких экотопах, различающихся по положению в рельефе, степени увлажненности и задернованности субстрата. Так, высокоактивный на ультраосновных породах вид *Salix arctica* был собран как в каменистых тундрах на участках мелкозема со щебнем, так и в эвтрофных условиях — на луговине в разнотравно-осочково-кустарничковой тундре.

Высушенные до воздушно-сухого веса листья измельчали, навеску сухого материала (2 г в двух повторностях) озоляли в муфельной печи при 450 °C, золу растворяли при нагревании в 2 N HCl, фильтровали и доводили объем полученного раствора до 25 мл дистиллированной водой. Макро- и микроэлементы в растворе определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант-АФА». Относительные отклонения повторных определений не превышали 5 %.

Результаты и обсуждение

Исследование почв Полярного Урала, сформированных в контрастных геохимических условиях, показало, что почвенный поглощающий комплекс на известняках характеризуется высоким содержанием Ca, уровни же подвижных форм микроэлементов, особенно Fe, часто находятся ниже типичного для тундровых почв. На кислых породах в почвах отмечено повышенное количество большинства микроэлементов (Юрцев и др., 2004). Своеобразен в свою очередь и химический состав почв, развитых на ультраосновных породах, почвенный поглощающий комплекс которых насыщен Mg, что определяет нейтральность их среды; они содержат повышенные концентрации Ni, а также Fe (Kataeva et al., 2004).

Следует отметить, что на карбонатных породах исследованные кустарнички и кустарники выделяются высоким содержанием Ca (табл. 1). Особенно много Ca аккумулируют виды сем. *Salicaceae*, для которых коэффициент биологического накопления (КБН) составил 3.69. Как и в предыдущих наших работах, КБН рассчитывали как отношение содержания элемента в растении к уровню подвижных его форм в почве. Для сравнения укажем, что КБН_{Ca} у представителей сем. *Ericaceae* на тех же породах — 1.06. Существенные различия аккумулирующей способности видов семейств *Salicaceae* и *Ericaceae* особенно заметны в контрастных геохимических условиях (рис. 1). Наиболее высокие содержания Ca отмечены у двух видов: эвтрофного кальцефильного *Salix reticulata* и *S. recurvigemmis*, облигатно связанного с известняками и являющегося реликтовым компонентом флористических комплексов на выходах этих пород. Резкое увеличение содержания Ca в растениях на карбонатных породах по сравнению с кислыми и ультраосновными характерно и для *Dryas octopetala* (табл. 1). Усиленное поступление Ca в растения на известняках позволяет предположить, что большинство из них не имеет «Ca-фильтра», ограничивающего поглощение этого элемента. В связи с этим значительное содержание Ca в почвах, развитых на карбонатных породах, может препятствовать поселению здесь ряда ацидофитов, корневая система которых чувствительна к избытку ионов Ca^{2+} и HCO_3^-, характерному для данного типа почв.

В то же время у амфитолерантного вида *Empetrum hermaphroditum* при произрастании его на известняках отмечалось очень незначительное увеличение содержания Ca по сравнению с растениями того же вида на кислых породах. По данным некоторых авторов (Uhlig et al., 2001), *Empetrum nigrum* также обнаруживает способность незначительно изменять свой макроэлементный состав в зависимости от химического состава почвы. Известно, что преобладание Ca над K — характерная особенность минерального состава кустарников и кустарничков. У ряда кустарничков, произрастающих только на кислых породах, установлена высокая концентрация Ca; например, у *Vaccinium myrtillus* — 1.17 % Ca, КБН_{Ca} — 9.76, у *Linnaea borealis* — 1.15 %, КБН_{Ca} — 9.98. В листьях большинства исследованных нами видов кустарников и кустарничков Ca превалирует над K. Однако у некоторых видов, предпочитающих кислые почвы, например у *Phyllodoce caerulea*, *Harrimanella hypnoides*, отмечено обратное соотношение. Резкое снижение соотношения Ca/K на-

ТАБЛИЦА 1

Содержание макроэлементов в кустарниках и кустарничках на разных типах горных пород Полярного Урала

Название вида	Горная порода	Жизненные формы	Число экотопов	Макроэлементы, %				
				K	Ca	Mg	Ca/K	Ca/Mg
Cupressaceae								
Juniperus sibirica Burgsd.	1	К	2	0.45 ± 0.08	1.09 ± 0	0.53 ± 0.09	2.42	2.05
	3	»	3	0.63 ± 0.23	0.91 ± 0.23	0.30 ± 0.09	1.44	3.03
Salicaceae								
Salix arctica Pall.	1	КЧ	9	1.06 ± 0.43	0.22 ± 0.07	1.08 ± 0.55	0.21	0.20
	3	»	1	1.01	1.01	0.30	1.0	3.37
S. lanata L.	2	К	1	1.05	1.97	0.73	1.88	2.69
	3	»	1	0.98	1.41	0.83	1.44	1.70
S. nummularia Anderss.	3	КЧ	2	0.97 ± 0.06	0.97 ± 0.29	0.51 ± 0.42	1.0	1.90
S. phylicifolia L.	2	К	1	1.20	1.15	0.45	0.96	2.56
	3	»	1	0.77	0.91	0.59	1.18	1.54
S. polaris Wahlenb.	1	КЧ	1	1.67	0.10	0.53	0.06	0.19
	3	»	1	1.35	1.11	0.67	0.82	1.66
S. pulchra Cham.	3	К	1	0.90	0.77	0.31	0.86	2.48
S. recurvigemmis A. Skv.	2	»	3	1.09 ± 0.09	1.95 ± 0.35	0.37 ± 0.12	1.79	5.27
S. reticulata L.	2	КЧ	7	0.98 ± 0.15	2.77 ± 0.42	0.57 ± 0.18	2.83	4.86
S. reptans Rupr.	1	КЧ	1	0.69	0.25	2.17	0.36	0.12
Betulaceae								
Betula nana L.	1	КЧ	9	0.58 ± 0.08	0.41 ± 0.13	0.72 ± 0.22	0.72	0.57
	2	»	5	0.60 ± 0.19	0.64 ± 0.17	0.37 ± 0.14	1.07	1.73
	3	»	4	0.60 ± 0.12	0.37 ± 0.10	0.27 ± 0.17	0.62	1.37
Alnaster fruticosa (Rupr.) Ledeb.	3	К	1	0.75	0.97	0.48	1.29	2.02
Rosaceae								
Dryas octopetala L. ssp. *subincisa* Juztz.	1	КЧ	8	0.63 ± 0.37	0.35 ± 0.11	0.53 ± 0.23	0.56	0.66
	2	»	6	0.62 ± 0.10	1.81 ± 0.47	0.25 ± 0.24	2.92	7.24
	3	»	2	0.79 ± 0.25	0.91 ± 0.18	0.41 ± 0.34	1.15	2.22
D. punctata Juz.	3	КЧ	1	0.45	0.62	0.18	1.38	3.44

ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*)

Название вида	Горная порода	Жизненные формы	Число экотопов	Макроэлементы, %				
				K	Ca	Mg	Ca/K	Ca/Mg
Empetraceae								
Empetrum hermaphroditum (Lange) Hagerup	2	КЧ	1	0.40	0.67	0.19	1.68	3.53
	3	»	2	0.46 ± 0.13	0.57 ± 0	0.35 ± 0.01	1.24	1.63
E. subholarcticum V. Vassil.	3	КЧ	2	0.37 ± 0.1	0.51 ± 0.09	0.36 ± 0.03	1.38	1.42
Ericaceae								
Andromeda polifolia L. ssp. *pumila* Vinogr.	1	КЧ	4	0.41 ± 0.15	0.77 ± 0.09	0.59 ± 0.16	1.88	1.31
Arctous alpina (L.) Niedenzu	1	КЧ	2	0.61 ± 0.39	0.57 ± 0.08	0.42 ± 0.33	0.93	1.36
	2	»	6	0.67 ± 0.11	0.96 ± 0.19	0.20 ± 0.07	1.43	4.80
	3	»	3	0.78 ± 0.27	0.58 ± 0.08	0.20 ± 0.15	0.74	2.90
Harrimanella hypnoides (L.) Cov.	3	»	1	0.36	0.19	0.30	0.53	0.63
Ledum decumbens (Ait.) Lodd. ex Steud.	1	КЧ	1	0.36	1.03	0.81	2.86	1.27
	3	»	2	0.42 ± 0.03	0.82 ± 0.18	0.41 ± 0.02	1.95	2.00
Loiseleuria procumbens (L.) Desv.	3	КЧ	1	0.33	0.32	0.07	0.97	4.57
Phyllodoce caerulea (L.) Bab.	3	КЧ	1	0.47	0.33	0.35	0.70	0.94
Vaccinium myrtillus L.	3	»	3	0.54 ± 0.10	1.17 ± 0.45	0.38 ± 0.14	2.17	3.08
V. uliginosum L. ssp. *microphyllum* (Lange) Tolm.	1	»	6	0.51 ± 0.12	0.58 ± 0.20	0.54 ± 0.24	1.14	1.07
	2	»	3	0.44 ± 0.08	0.68 ± 0.24	0.21 ± 0.11	1.55	3.24
	3	»	5	0.60 ± 0.14	0.44 ± 0.15	0.33 ± 0.14	0.73	1.33
V. vitis-idaea L. ssp. *minus* (Lodd.) Hult.	3	КЧ	4	0.39 ± 0.02	0.62 ± 0.16	0.23 ± 0.14	1.59	2.70
Caprifoliaceae								
Linnaea borealis L.	3	КЧ	3	1.13 ± 0.13	1.15 ± 0.36	0.54 ± 0.32	1.02	2.13

Примечание. Здесь и в табл. 2 — горные породы: 1 — ультраосновные, 2 — карбонатные, 3 — кислые; жизненные формы: К — кустарник, КЧ — кустарничек.

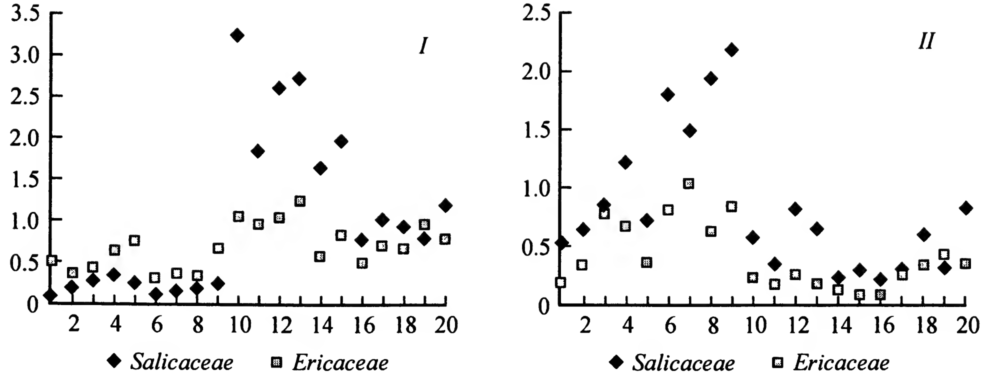


Рис. 1. Содержание Са (*I*) и Mg (*II*) у видов семейств *Salicaceae* и *Ericaceae* на разных типах горных пород.

По оси ординат — содержание Са и Mg, % сухой массы; по оси абсцисс — экотопы: 1—9 — на ультраосновных, 10—15 — на карбонатных, 16—20 — на кислых горных породах.

блюдается у амфитолератных видов *Salix arctica* и *S. polaris*, произрастающих на бедных Са ультраосновных породах (табл. 1).

На ультраосновных породах все изученные виды характеризуются гораздо более высоким уровнем Mg по сравнению с кислыми и особенно карбонатными породами, что коррелирует с высоким содержанием элемента в почвах, сформированных на этих породах (табл. 1). Разный уровень аккумуляции Mg в контрастных геохимических условиях можно проследить на примере амфитолерантного вида *Vaccinium uliginosum* (рис. 2).

На карбонатных породах в ряде случаев отмечено более низкое содержание Mg в растениях не только по сравнению с ультраосновными, но и с кислыми породами. Это можно объяснить, вероятно, сильной конкуренцией при поглощении этого элемента растениями со стороны Са, преобладающего в почвенном поглощающем комплексе на известняках. Конкурентные взаимоотношения между Са и Mg при транспорте их из корней в надземные органы показаны в ряде работ (Masumi, Toshio, 1985).

Один из доминантов растительных сообществ на ультраосновных породах — *Salix arctica* накапливал на гипербазитах 1.08 % Mg, на кислых породах — в 3.6 раза меньше. В разных географических районах, по нашим данным, *Salix arctica* относится к числу видов, расширяющих свою экологическую амплитуду на ультраос-

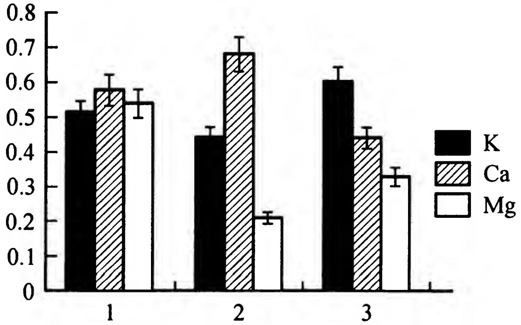


Рис. 2. Содержание макроэлементов у *Vaccinium uliginosum* на разных типах горных пород.

По оси ординат — содержание K, Ca, Mg, % сухой массы; по оси абсцисс — горные породы: 1 — ультраосновные, 2 — карбонатные, 3 — кислые.

новных породах. Так, на гипербазитах Южной Чукотки он осваивает широкий спектр экотопов, произрастая в различных тундровых сообществах (Дроздова, Алексеева-Попова, 1999). На Восточной Чукотке данный вид распространен на смешанных субстратах с нейтральным pH, но отсутствует на известняках (Игошина и др., 1996). По-видимому, *Salix arctica* можно отнести к базифитам, приуроченным к почвам с нейтральными значениями pH, но избегающим субстратов с повышенным содержанием Ca. При этом вид адаптирован к высокому содержанию Mg, которое не является фактором, ограничивающим распространение *S. arctica.* Наиболее высоким уровнем Mg выделялся *Salix reptans*, встречающийся в исследованном районе на слабозадернованных суглинистых участках. Следует отметить, что виды сем. *Salicaceae* на гипербазитах аккумулировали в среднем в 2 раза больше Mg, чем кустарнички сем. *Ericaceae*, а также *Juniperus sibirica*. Ранее нами было показано более низкое (по сравнению с другими исследованными растениями) содержание Mg и Ni у эрикоидных кустарничков и *Pinus pumila*, произрастающих на почвах, развитых на ультраосновных породах Южной Чукотки и характеризующихся высоким содержанием этих элементов (Дроздова, Алексеева-Попова, 1999).

Важным показателем стабильности минерального состава является сохранение соотношения элементов в растении при изменении их концентрации в почве. Оказалось, что исследованные нами виды растений различаются по этому признаку. Так, у *Vaccinium uliginosum* (сем. *Ericaceae*) соотношение Ca/Mg на ультраосновных и кислых породах колеблется очень незначительно: от 1.07 до 1.33 (табл. 1). У видов сем. *Salicaceae*, напротив, отмечается значительная лабильность минерального состава и соотношение этих основных катионов изменяется в широких пределах, например у *Salix arctica* — от 0.20 на гипербазитах до 3.7 на кислых горных породах, у *Salix polaris* — от 0.19 до 1.66 соответственно, причем у последнего вида и на Восточной Чукотке значительно изменялось соотношение катионов при перемене субстрата. Известно, что сбалансированность химического состава живых организмов — основное условие их нормального роста и развития. В эдафически экстремальных условиях минерального питания на ультраосновных породах виды, способные адаптироваться к таким условиям, и прежде всего к низкому (<1) соотношению основных катионов Ca/Mg, расширяют экологическую амплитуду и ландшафтную активность. При этом у *S. arctica* и *S. polaris* наряду с высоким содержанием Mg на гипербазитах отмечается также очень низкий уровень Ca: вплоть до 0.1 % у *Salix polaris*, собранного в районе Войкаро-Сыньинского ультраосновного массива, сложенного в основном дунитами, т. е. породами с чрезвычайно низким содержанием Ca. Для сравнения укажем, что те же виды, произрастающие на ультраосновных породах Южной Чукотки, содержащих богатый Ca минерал пироксен, накапливали в среднем в 3.3 и 7.9 раза больше Ca соответственно. В кустарниках и кустарничках семейств *Ericaceae*, *Empetraceae* и у *Juniperus sibirica* даже при произрастании их на почвах, развитых на серпентинитах Полярного Урала, концентрация Ca снижается в гораздо меньшей степени (табл. 1).

Было установлено также, что КБН$_{Mg}$ у исследованных видов растений на ультраосновных породах гораздо ниже, чем на известняках и кислых горных породах, а КБН$_{Ca}$ выше, чем на известняках. Так, например, КБН$_{Mg}$ у *Vaccinium uliginosum* на гипербазитах составил — 2.20, на кислых породах — 18.7, на известняках — 8.28, а КБН$_{Ca}$ — 10.9, 5.25 и 0.48 соответственно, что говорит о возможности поглощения растениями ионов в направлении, противоположном градиенту их концентраций в почве, а также способности видов до известной степени ограничивать поступление ионов, находящихся в почве в избыточных количествах.

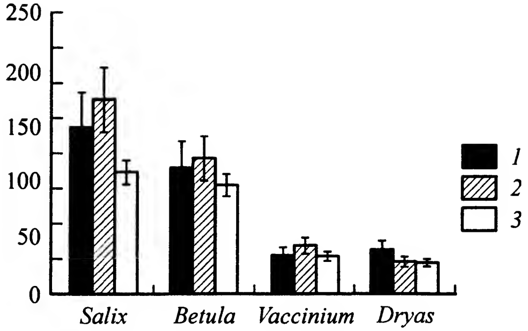


Рис. 3. Содержание Zn у видов родов *Salix*, *Betula*, *Vaccinium*, *Dryas* на разных типах горных пород.
По оси ординат — содержание Zn, мг/кг сухой массы; по оси абсцисс — породы (те же, что и на рис. 2).

Как видно из приведенных данных (табл. 1), на Полярном Урале в растениях наиболее стабильным среди микроэлементов является уровень содержания K. Несмотря на различия эдафических условий на карбонатных, кислых и ультраосновных горных породах, в среднем для исследованных видов растений не наблюдается значительных колебаний уровня K. Наибольшее количество этого элемента аккумулируют представители сем. *Salicaceae*, из которых максимальным содержанием на всех типах пород выделяется хионофильный *Salix polaris*. На гипербазитах Южной Чукотки максимальным содержанием макроэлементов также выделялись виды, которые произрастали в нивальных экотопах (Дроздова, Алексеева-Попова, 1999).

Как показали результаты нашего исследования, изученные виды растений различаются и по уровню накопления микроэлементов. Так, виды родов *Salix* и *Betula* выделяются высоким содержанием Zn. Следует отметить, что эти виды активно поглощают Zn в районах с разной геохимической обстановкой (рис. 3). Независимо от уровня Zn в почве они характеризуются высоким его содержанием, поэтому их можно отнести к привычным концентраторам Zn. Более низкое содержание Zn в растениях на кислых горных породах можно объяснить конкурентными взаимоотношениями с другими микроэлементами, прежде всего Mn, интенсивность поглощения которого у видов родов *Salix* и *Betula* в кислой среде резко повышается. Виды этих родов накапливают высокие количества Zn и в других географических районах, например на Южной и Восточной Чукотке (Дроздова, Алексеева-Попова, 1999; Игошина и др., 1996), в Приморье (Елпатьевский, 2000), в тундрах Ямала (Московченко, 1995), в лесостепном и степном Поволжье (Прохорова и др., 1998).

В отличие от относительно стабильного содержания макроэлементов сем. *Ericaceae* не столь однородно по уровням содержания микроэлементов. Пределы колебаний уровней Zn отражают значительную видовую специфичность микроэлементного состава внутри семейства. Сравнительно много этого элемента накапливает *Arctous alpina*, концентрация Zn у *Phyllodoce caerulea* и *Loiseleuria procumbens* низка (табл. 2). Коэффициент биологического накопления Zn у *Arctous alpina* на известняках достигает 54.7, на кислых породах — 18.5; у *P. caerulea* и *L. procumbens* — на кислых породах составляет 1.55 и 9.41 соответственно. Следует отметить, что *A. alpina* аккумулирует значительные количества Zn также на известковых, силикатных и ультраосновных горных породах Чукотского п-ова (Игошина и др., 1996).

Растения, приуроченные к выходам известняков, выделяются низкой концентрацией Fe и Mn. Это объясняется тем, что почвы на известняках обладают щелочной реакцией среды, в которой Fe и Mn переходят в малорастворимые труднодоступные растениям формы. Например, *Salix polaris* накапливает на карбонатных породах в 12 раз меньше Mn, чем на кислых, *Salix phylicifolia* — в 5.8 раза. Больше всего Mn аккумулируют ацидофиты: *Salix nummularia*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* (табл. 2).

На кислых породах наиболее высокие средние содержания Mn отмечены для семейств *Ericaceae* — 850, *Betulaceae* — 800, *Empetraceae* — 540 мг/кг. Уровень элемента у видов этих семейств на карбонатных породах был на порядок ниже. По данным других авторов (Albert et al., 1990), минеральный состав листьев и ветвей березы и ели на известняках характеризуется низкими концентрациями P, Mn, Fe, Zn и Cu. В связи с этим обсуждается даже возможность «относительного минерального недостатка». Отношение водорастворимых форм Ca, Mg и Mn в клеточном соке листьев этих растений на известковых и кислых почвах поразительно различается. На известняках концентрации Ca и Mg превышали содержание Mn приблизительно в 100 раз, на кислых почвах уровень Mn в некоторых случаях может быть выше, чем Ca и Mg.

Известно, что в почвах концентрация Mn зависит не только от pH почвенного раствора, но и от окислительно-восстановительного потенциала среды (Robson, Pitman, 1983). В присутствии большого количества свободных H^+ в кислых почвах происходит восстановление Mn^{4+} до Mn^{2+} — формы, в которой данный элемент преимущественно поглощается растениями. Высокое содержание Mn — характерная черта минерального состава кустарничков-ацидофитов. *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus* накапливают в ряде экотопов огромные количества Mn: 1480 и 2100 мг/кг соответственно, что значительно превосходит уровень всех остальных микроэлементов. У амфитолерантных видов кустарничков, произрастающих на карбонатных и на ультраосновных горных породах, наблюдается заметное снижение содержания микроэлементов (табл. 2). Так, *Arctous alpina* накапливает на известняках и ультраосновных породах в среднем в 10 раз меньше Mn и в 2.8 раза меньше Fe, чем на кислых породах. У *Ledum decumbens* концентрация Mn на гипербазитах была в 60 раз меньше, чем на кислых породах. При этом уровень Fe оставался практически постоянным.

В листьях *Salix reticulata* и *Dryas octopetala*, собранных на карбонатных породах, особенно отчетливо проявляется антагонизм Ca и Fe, $r = -0.86$ и $r = -0.73$ соответственно. Корреляция Ca и Mn у *Betula nana* и *Dryas octopetala* немного слабее: $r = -0.76$ и $r = -0.69$. По мнению некоторых исследователей (Thomas et al., 1998), низкое содержание Mn и Fe, обусловленное резким уменьшением подвижности элементов в щелочной среде почв, развитых на карбонатных породах, является фактором, неблагоприятным для роста растений. В частности, отмечено появление хлорозов на листьях *Quercus robur*, произрастающего на известках в Нижней Саксонии. Появление хлоротичных пятен, иногда сопровождающееся маленькими коричневыми некротическими пятнами, авторы связывают с уменьшением концентрации Mn и активного Fe в листьях, что приводит к «фитооксидантному стрессу». Наблюдали также появление хлоротичных пятен на листьях рододендрона при добавлении в питательную среду $CaCO_3$ (Chaanin, Preil, 1996).

Отмечено заметное снижение на известняках Полярного Урала роли *Betula nana*, а также других олиготрофных гипоарктических видов — ценообразователей зональных тундровых сообществ, что связано с неблагоприятным влиянием на их минеральный обмен щелочной реакции среды и высоких концентраций Ca (Юрцев и др., 2004).

Существенное влияние на поглощение макро- и микроэлементов оказывают также экологические условия местообитания. Так, на гипербазитах концентрация

ТАБЛИЦА 2

Содержание микроэлементов в кустарниках и кустарничках на разных типах горных пород Полярного Урала

Название вида	Горная порода	Жизненные формы	Число экотопов	Микроэлементы, мг/кг				
				Fe	Zn	Mn	Cu	Ni
Cupressaceae								
Juniperus sibirica	1	К	2	47.7 ± 18.3	17.2 ± 6.44	27.8 ± 2.97	2.41 ± 0.44	43.5 ± 18.2
	3	»	3	59.6 ± 0.23	26.7 ± 0.23	155 ± 72.0	2.75 ± 0.79	5.13 ± 0
Salicaceae								
Salix arctica	1	КЧ	9	90.3 ± 73.3	130 ± 66.7	71.9 ± 47.4	4.37 ± 2.41	67.4 ± 51.1
	3	»	1	28.6	121	141	1.93	<0.1
S. lanata	2	К	1	53.2	101	58.3	4.22	1.03
	3	»	1	33.5	73.9	66.5	5.43	2.97
S. nummularia	3	КЧ	2	123 ± 27.5	113 ± 14.1	490 ± 276	6.02 ± 0.38	10.1
S. phylicifolia	2	К	1	40.7	112	145	6.23	0.90
	3	»	1	37.4	78.9	848	4.51	3.43
S. polaris	1	КЧ	1	647	190	107	10.7	154
	3	»	1	72.3	221	264	5.11	1.70
S. pulchra	3	К	1	35.2	39.4	564	3.30	<0.1
S. recurvigemmis	2	К	3	94.7 ± 73.8	135 ± 33.6	31.1 ± 8.87	3.95 ± 1.18	0.14 ± 0
S. reticulata	2	КЧ	7	30.1 ± 5.72	190 ± 61.7	38.3 ± 24.6	3.94 ± 1.76	0.26 ± 0
S. reptans	1	КЧ	1	61.1	263	89.5	4.37	73.7
Betulaceae								
Betula nana	1	КЧ	9	57.4 ± 40.2	112 ± 35.9	72.7 ± 46.9	4.33 ± 1.68	21.3 ± 14.4
	2	»	5	41.9 ± 24.0	119 ± 29.1	93.0 ± 76.9	4.35 ± 1.49	1.03 ± 0
	3	»	4	79.5 ± 22.3	97.4 ± 20.1	996 ± 608	5.02 ± 0.71	3.96 ± 0
Alnaster fruticosa	3	К	1	49.1	29.2	446	7.87	5.30
Rosaceae								
Dryas octopetala	1	КЧ	8	334 ± 292	39.2 ± 23.4	33.0 ± 23.9	5.68 ± 3.20	85.4 ± 48.4
	2	»	6	47.2 ± 19.2	29.0 ± 12.5	14.0 ± 9.96	4.29 ± 1.23	0.44 ± 0

ТАБЛИЦА 2 (*продолжение*)

Название вида	Горная порода	Жизненные формы	Число экотопов	Микроэлементы, мг/кг				
				Fe	Zn	Mn	Cu	Ni
	3	»	2	126 ± 38.7	25.1 ± 5.44	53.1 ± 4.31	5.96 ± 0.97	22.9 ± 0
D. punctata	3	КЧ	1	90.7	35.6	186	6.38	36.6 ± 0
Empetraceae								
Empetrum hermaphroditum	2	КЧ	1	38.7	10.9	21.7	3.77	<0.1
	3	»	2	60.9 ± 14.9	10.9 ± 1.35	469 ± 119	3.20 ± 0.33	2.05 ± 0
E. subholarcticum	3	КЧ	2	121 ± 17.7	9.61 ± 0.69	609 ± 254	4.32 ± 0.58	2.16 ± 0.30
Ericaceae								
Andromeda polifolia	1	КЧ	4	95.7 ± 54.7	24.3 ± 13.1	74.1 ± 56.8	4.83 ± 2.16	9.73 ± 4.59
Arctous alpina	1	КЧ	2	38.7 ± 24.3	92.3 ± 4.53	11.2 ± 5.56	2.78 ± 1.12	14.7 ± 7.02
	2	»	6	30.9 ± 3.78	73.1 ± 13.4	10.5 ± 9.24	3.75 ± 1.82	<0.1
	3	»	3	97.7 ± 68.7	81.0 ± 18.5	97.5 ± 28.0	5.63 ± 3.09	3.05 ± 0
Harrimanella hypnoides	3	КЧ	1	249	50.0	317	4.79	1.89
Ledum decumbens	1	КЧ	1	52.3	32.2	19.5	5.25	13.8
	3	»	2	55.7 ± 15.6	21.2 ± 5.23	1160 ± 617	3.83 ± 0.91	1.58 ± 1.46
Loiseleuria procumbens	1	КЧ	1	115	12.7	382	3.87	<0.1
Phyllodoce caerulea	3	КЧ	1	42.9	9.75	111	3.95	0.23
Vaccinium myrtillus	3	КЧ	3	46.1 ± 9.49	45.2 ± 15.8	1600 ± 412	7.41 ± 1.77	0.92 ± 0
V. uliginosum	1	КЧ	6	39.5 ± 22.8	34.6 ± 12.7	60.5 ± 45.8	5.23 ± 1.56	17.9 ± 4.52
	2	»	3	23.8 ± 3.70	42.7 ± 6.93	51.2 ± 24.1	5.50 ± 1.53	0.23 ± 0
	3	»	5	43.5 ± 6.83	38.6 ± 22.9	733 ± 337	7.77 ± 3.37	1.92 ± 0
V. vitis-idaea	3	КЧ	4	44.4 ± 15.6	23.2 ± 2.19	1230 ± 285	4.76 ± 0.59	2.39 ± 0
Caprifoliaceae								
Linnaea borealis	3	КЧ	3	57.5 ± 9.82	35.0 ± 12.0	308 ± 22.5	3.80 ± 0.34	<0.1

K и Mn в листьях *Salix arctica*, собранных у растений, обитающих в верхней части склона на каменистом глинистом субстрате, была соответственно в 1.9 и 3.4 раза ниже, чем в листьях того же вида, произрастающего на более гумусированных и лучше увлажненных почвах в разнотравно-осочково-кустарничковой луговинной тундре ниже по склону. Очень низкий уровень Mn — 21.4 мг/кг — отмечен у *Betula nana*, произрастающего в верхней части склона известняковой гряды на примитивно скелетных почвах. В средней и нижней частях этой гряды в ерниково-кустарничково-дриадовой и в разнотравно-дриадовой тундрах на почвах с хорошо развитым перегнойно-гумусовым горизонтом содержание Mn у этого вида было значительно выше — 161 и 190 мг/кг соответственно. *B. nana* является одним из доминантов тундровых сообществ Полярного Урала, имеет широкую экологическую амплитуду. Он приурочен в зональных сообществах южных тундр к преобладающим здесь кислым почам. Произрастает также на ультраосновных породах и известняках на нейтральных и щелочных почвах, хотя роль данного вида, особенно на известняках, как уже отмечалось выше, заметно снижается.

Наиболее благоприятные условия на карбонатных горных породах создаются для существования растений в нижних частях склонов, где умеренно или избыточно увлажненные, но хорошо дренированные почвы имеют сбалансированный химический состав. Благодаря присутствию большого количества умеренно кальцефильных эвтрофных видов, например кустарников *Salix lanata*, *Salix phylicifolia*, а также травянистых растений, здесь формируются наиболее богатые во флористическом отношении, с высоким проективным покрытием растительные сообщества: ивняки, разнотравно-дриадовые луговинные тундры. Минеральный состав видов, произрастающих в таких сообществах, отличается высоким содержанием макроэлементов K, Ca. Уровень Mn ниже, чем у тех же видов на кислых породах, однако различия не столь существенны.

Известно, что почвы наследуют химический состав подстилающей горной породы. Поэтому почвы, сформированные на ультраосновных горных породах, богаты Fe. Однако нейтральная реакция среды, присущая таким почвам, ограничивает подвижность соединений Fe. При этом ряд видов растений на гипербазитах характеризуется высокой концентрацией элемента (табл. 2). Высокое содержание Ni — другая характерная особенность почв, развитых на ультраосновных породах. Исследованные нами виды растений на гипербазитах также накапливали большое количество Ni. Больше его аккумулируют представители сем. *Salicaceae*, а виды сем. *Ericaceae* характеризуются гораздо более низкими уровнями этого элемента (рис. 4). При этом выявились различия в аккумуляции Ni растениями, собранными на разных ультраосновных массивах (рис. 4). Наиболее высокая концентрация Ni

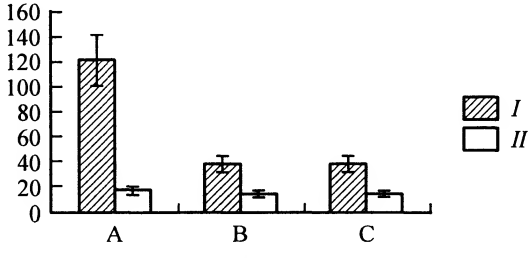


Рис. 4. Содержание Ni в растениях семейств *Salicaceae* (*I*) и *Ericaceae* (*II*) на разных ультраосновных массивах.

По оси ординат — содержание Ni, мг/кг сухой массы; по оси абсцисс — горные массивы: A — Войкаро-Сыньинский, B — Рай-Из, C — Усть-Бельский.

отмечена в растениях Полярного Урала на Войкаро-Сыньинском массиве по сравнению с массивом Рай-Из и Усть-Бельским Южной Чукотки. Это связано, вероятно, с неодинаковым минералогическим составом пород, слагающих эти массивы. Во всех изученных географических районах растения, приуроченные к кислым породам, накапливали гораздо меньше Ni. Это обусловлено его низким уровнем в кислых и карбонатных породах и наследующих их химический состав почвах. Особенно низкое содержание этого элемента (1 мг/кг и менее) отмечено у растений, собранных на карбонатных породах, что связано еще и с уменьшением подвижности Ni в почвах с нейтральной и щелочной реакцией среды.

Уровень содержания Cu у изученных видов растений на кислых горных породах лишь незначительно превосходил таковой на известняках и гипербазитах. В литературе имеются данные о том, что Cu присутствует в почве большей частью в виде комплексных соединений и ее доступность для растений больше зависит от молекулярного веса этих комплексов и их содержания в почве, чем от pH, содержания глины и других факторов (Piper, Beckwith, 1949, цит. по: Robson, Pitman, 1983; Purschenreiter, Horak, 2000). Наиболее низкая концентрация Cu — 1.3 мг/кг — отмечена у *Salix arctica*, а *S. polaris* характеризовался высоким содержанием всех исследованных микроэлементов, в том числе и Cu. Среди кустарничков сем. *Ericaceae* больше всего Cu накапливали *Vaccinium myrtillus* и *V. uliginosum*.

Таким образом, анализ полученных данных выявил значительные различия минерального состава исследованных видов растений в зависимости от условий почвенного питания на породах разного химического состава. Наиболее отчетливо эти различия проявляются при сравнении минерального состава амфитолерантных видов. При этом виды, поселяющиеся на ультраосновных породах и известняках, по-разному адаптируются к экстремальным условиям минерального питания. Одни виды, например эрикоидные кустарнички, способны в большей мере сохранять свойственное им соотношение основных катионов, а у кустарничков сем. *Salicaceae*, напротив, это соотношение может меняться на разных субстратах. Кустарники и кустарнички сем. *Salicaceae* в целом характеризуются более высокими уровнями накопления макроэлементов и некоторых микроэлементов по сравнению с растениями из других семейств. Эрикоидные кустарнички способны ограничивать поступление некоторых элементов, например Mg и Ni, на ультраосновных породах и накапливать их в количествах, не пропорциональных уровню в почве, например Ca — на гипербазитах. Следует отметить, что кустарнички-ацидофиты выделяются высоким содержанием Mn, на порядок превышающим суммарную концентрацию остальных изученных микроэлементов.

В геохимически однотипных условиях наблюдается вариабельность минерального состава у растений одного и того же вида, произрастающих в разных экологических условиях. Более высокие концентрации макро- и микроэлементов на карбонатных породах у растений обнаружены в средних и нижних частях склонов, где гумусированный почвенный горизонт обеспечивает эвтрофные условия существования растений. В нижних частях склонов на карбонатных и ультраосновных породах за счет торфонакопления и развития гумусового горизонта происходит формирование геохимического барьера и, как следствие этого, наблюдается ослабление влияния подстилающей породы на процессы почвообразования и накопления элементов.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотруднику лаборатории экологии растительных сообществ БИН РАН А. И. Беляевой за проведение измерений концентраций элементов на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-04-49563).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеева-Попова Н. В., Дроздова И. В. Особенности минерального состава растений и почв на ультраосновных породах Усть-Бельского горного массива (среднее течение реки Анадырь). I. Почвы // Бот. журн. 1994. Т. 79. № 7. С. 75—85.

Дроздова И. В., Алексеева-Попова Н. В. Особенности минерального состава растений и почв на ультраосновных породах Усть-Бельского горного массива (среднее течение реки Анадырь). III. Растения семейств *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae* // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 7. С. 1—12.

Елпатьевский П. В. Толерантность рода *Betula* к экстремальным эколого-геохимическим условиям // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Российской биогеохимической школы. Новосибирск, 2000. С. 309—310.

Иванова М. М. О приуроченности растений к горным породам на Становом нагорье // Бот. журн. 1973. Т. 58. № 9. С. 1252—1260.

Игошина К. Н. Особенности растительности некоторых гор Урала в связи с характером горных пород // Бот. журн. 1960. Т. 45. № 4. С. 538—546.

Игошина Т. И., Алексеева-Попова Н. В., Секретарева Н. А. О накоплении минеральных элементов представителями семейства *Salicaceae* и *Ericaceae* на известковых и силикатных породах (юго-восток Чукотского полуострова) // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 1. С. 38—48.

Московченко Д. В. Биогеохимические особенности ландшафтов полуострова Ямал и их оптимизация в связи с нефтегазодобычей: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 1995. 19 с.

Прохорова Н. В., Матвеев Н. М., Павловский В. А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара, 1998. 131 с.

Сохадзе Е. В. Известняки и растительность. Тбилиси, 1982. 161 с.

Юдин Ю. П. Реликтовая флора известняков северо-востока европейской части СССР. М.; Л., 1963. С. 494—571.

Юрцев Б. А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л., 1974. 159 с.

Юрцев Б. А., Петровский В. В. Об индикационном значении флористических комплексов на северо-востоке СССР // Теоретические вопросы фитоиндикации. Л., 1971. С. 15—31.

Юрцев Б. А., Алексеева-Попова Н. В., Катаева М. Н. Видовое разнообразие локальных флор Полярного Урала в контрастных геохимических условиях // Междунар. конф. «Биоразнообразие Европейского Севера». Тез. докл. Петрозаводск, 2001. С. 204—205.

Юрцев Б. А., Алексеева-Попова Н. В., Дроздова И. В., Катаева М. Н. Характеристика растительности и почв Полярного Урала в контрастных геохимических условиях. 1. Кальцефитные и ацидофитные сообщества // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 1. С. 28—41.

Albert R., Hubler K.-M., Pescoller G. Ionic patterns of forest trees — natural and anthropogenic variations // Phyton. 1990. Vol. 30. N 2. P. 320—321.

Chaanin A., Preil W. Welchen Einfluß hat die Unterlage auf das Auftreten von Eisen-Mangel-Chlorosen und Salzschäden bei veredelten *Rhododendron* // *Rhododendron* und immergrüne Laubgehölze. Jahrbuch, 1996. S. 95—105.

Cooper A. The vegetation of carboniferous limestone soils in South Wales II. Ecotypic adaptation in response to calcium and magnesium // Ecology. 1976. Vol. 64. N 1. P. 147—155.

Erschbamer B. Substrate-dependence of alpine grassland Communities // Flora. 1990. Bd 184. H. 6. S. 389—403.

Kataeva M., Alexeeva-Popova N., Drozdova I., Belajeva A. Chemical composition of soils and plants species in the Polar Urals as influenced by rock type // Geoderma. 2004. Vol. 122. N 2—4. P. 257—268.

Kinzel H. Influence of limestone, silicates and soil pH on vegetation // Encyclopedia of plant physiology. 1983. Vol. 12. P. 201—244.

Masumi M., Toshio K. Effect of calcium of magnesium uptake in plants. Part 2. The effect of macronutriens on the apparent acceleration of magnesium uptake of calcium // Ber. Ohara Inst. Landwirt. Biol. Okayama Univ. 1985. Vol. 119. N 1. P. 35—48.

Puschenreiter M., Horak O. Influence of different soils parameters on the transfer factor soil to plant of Cd, Cu and Zn for wheat and rye // Die Bodenkultur. Austrian Journal of Agricultural Research. 2000. Bd 51. H. 1. S. 3—10.

Proctor J., Nagy L. Ultramafic rocks and their vegetation: an overview // The vegetation on ultramafic (serpentine) soils / Ed. by A. J. M. Baker, J. Proctor, R. D. Revees. Davis, 1992. P. 469—494.

Robson A. D., Pitman M. G. Interactions between nutrients in higher plants // Inorg. Plant. Nutr. 1983. P. 147—180.

Thomas F. M., Brandt T., Hartmann G. Leaf chlorosis in pedunculate oaks (*Quercus robur* L.) on calcareous soils resulting from lime — induced manganese/iron — deficiency: soil condition and physiological reaction // Angew. Bot. 1998. Vol. 72. N 1/2. P. 28—36.

Uhlig C., Salemaa M., Vanha-Majamaa I., Derome I. Element distribution in *Empetrum nigrum* microsites at Harijvalta, Western Finland // Environmental. Pollution. 2001. Vol. 112. P. 435—442.

SUMMARY

The accumulation of K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu and Ni was investigated in 25 shrub and dwarf shrub species of the Polar Ural tundra zone, growing on soils developed on carbonates, acid and ultrabasic rocks. The species growing on carbonates are characterized by primary accumulation of Ca in comparison with Mg; the plants on ultrabasic rocks, on the contrary, accumulate high Mg amount, Ca content being reduced in them. The plants on hyperbasic rocks are also characterized by an increased Ni level. In the shrubs and dwarf shrubs on carbonates, low concentrations of trace elements, especially Mn and Fe, are detected. A peculiar feature of the element composition of the acidophytic species is higher contents of K and trace elements: Mn, Fe, Cu. In different geochemical and ecological conditions, low variability of macroelement level is recorded for ericoid dwarf shrubs and *Juniperus sibirica*, in contrast to dwarf shrubs and shrubs of the genus *Salix*.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ И НОВЫЕ ТАКСОНЫ

УДК 582.579.2

© Г. И. Родионенко

О САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ РОДА *XYRIDION* (*IRIDACEAE*)

G. I. RODIONENKO. ON THE INDEPENDENCE OF THE GENUS *XYRIDION* (*IRIDACEAE*)

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Ботанический сад
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Поступила 25.03.2004

Обосновывается необходимость восстановления рода *Xyridion*. Дается система этого рода.
Ключевые слова: систематика, *Xyridion*, *Iris*, *Iridaceae*.

C. Linnaeus (1753), установивший род *Iris* L., впоследствии типифицированный видом *Iris germanica* L., включил в этот род описанный им из Центральной Европы ирис ложный — *Iris spuria* L. F. M. Bieberstein (1843), обнаруживший во флоре Северного Кавказа вид, родственный *I. spuria*, был поражен несходством этого вида с уже известными к тому времени видами рода *Iris* и назвал свою находку *Iris notha* Bieb. — ирис ненастоящий. Французский ботаник J. P. Fourreau (1869) выделил *I. spuria* в самостоятельный род *Xyridion* Fourr. Для нового рода Fourreau использовал название, предложенное I. F. Tausch (1823) в качестве секции рода Iris. Несколькими годами позже F. W. Klatt (1872), видимо, не будучи знакомым с работой J. P. Fourreau, при описании нового рода воспользовался тем же названием. Однако он кроме видов, близкородственных *X. spurium* (L.) Klatt и *X. nothum* (Bieb.) Klatt, отнес к роду *Xyridion* Klatt также виды — *X. pseudacorus* (L.) Klatt, *X. sibiricum* (L.) Klatt, *X. laevigatum* (Fischer) Klatt, *X. setosum* (Pall. ex Link) Klatt, *X. tridentatum* (Pursh) Klatt и *X. ventricosum* (Pall.) Klatt, не имеющие с ними близкого родства и которые должны быть исключены из состава данного рода.

В 1961 г., проводя ревизию системы рода *Iris* (Родионенко, 1961; Rodionenko, 1987), я, подобно E. Spach (1846), отнес виды, родственные *I. spuria*, к подроду *Xyridion* (Tausch) Spach emend. Rodionenko рода *Iris*. Однако, оценивая имеющуюся на сегодняшний день информацию, я пришел к убеждению о необходимости восстановления *Xyridion* в ранге рода.

Виды рассматриваемой группы отличаются по ряду признаков от типичных видов рода *Iris* (рис. 1). Им свойственны проросток с коротким черешком семядоли и коробочка с 6 выпуклыми, попарно сближенными ребрами. У большинства видов семена имеют плотную пергаментовидную кожуру, собранную в складки. Воздушная прослойка в складках способствует гидро- и анемохории. Нектар изливается не только в нектаротеку, но и крупными каплями проступает на ее стенках (рис. 1, 2*а*). Наружные доли околоцветника несут узкий длинный ноготок, нередко превышающий в 2—3 раза длину пластинки отгиба. В том месте, где ноготок переходит в пластинку, края его у большинства видов слабо или сильно загибаются внутрь. По этой причине они резко отличаются от наружных долей большинства видов

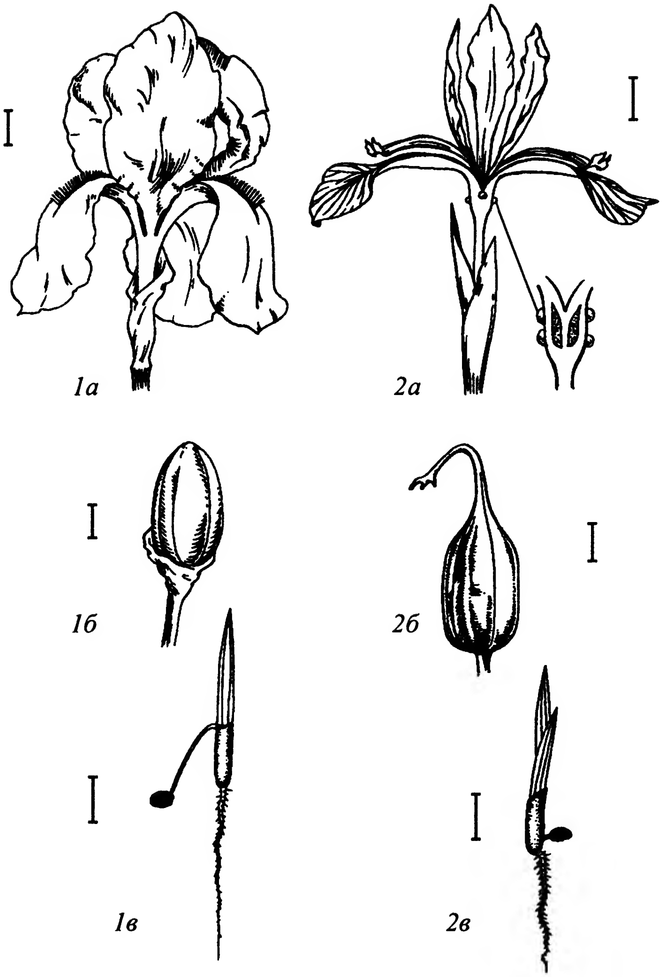


Рис. 1. Типовые виды родов *Iris* и *Xyridion*.

1 — *Iris germanica* (*а* — цветок, *б* — коробочка, *в* — проросток); *2* — *Xyridion spurium* (*а* — цветок, *б* — коробочка, *в* — проросток). Масштабная линейка — 1 см.

рода *Iris*. Придаточным корням этой группы видов свойственны четко выраженная столбчатая эндодерма и многослойный перицикл (Родионенко, 1961). После отмирания первичной коры они остаются на корневище в виде струновидных образований.

Одному виду в рассматриваемой группе — *X. foetidissimum* (L.) Rodionenko свойственны крупные кораллово-красные семена и зимне-зеленые листья, что послужило основанием для выделения его в секцию *Spathula* (Tausch) Rodionenko.

Виды рода *Xyridion* прошли только им свойственный путь эволюционных преобразований и как нельзя более отвечают требованиям, предъявляемым В. Л. Комаровым (1934) к видам, обособляемым в самостоятельные роды. «Разделение на роды, — писал В. Л. Комаров (1934 : 8), — лишь в исключительных случаях может отражать текущий эволюционный процесс. Как правило, оно относится к более далекому прошлому, является своеобразным памятником эволюционного процесса, уже законченного в главных своих чертах».

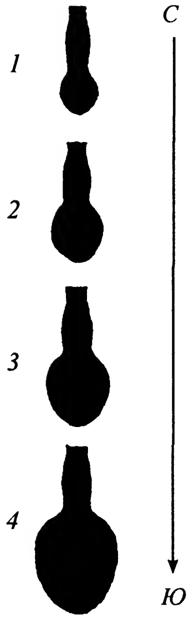


Рис. 2. Увеличение размеров пластинки отгиба и уменьшение ноготка у видов *Xyridion* в направлении с севера на юг.

1 — Xyridion halophilum, 2 — X. musulmanicum, 3 — X. xanthospurium, 4 — X. aureum.

Согласно моим данным, у этой группы видов в процессе широтного распространения выработались свои закономерности. В направлении с севера на юг у них как на видовом, так и на популяционном уровне усиливается пигментация цветка, уменьшается длина ноготка и увеличиваются размеры пластинки отгиба. Первая из отмеченных закономерностей прослеживается на *Xyridion halophilum* (Pall.) Klatt, *X. xanthospurium* (Mathew) Rodionenko и *X. aureum* (Lindl.) Klatt. Вторая закономерность — на *X. halophilum*, *X. musulmanicum* (Fomin) Rodionenko, *X. xanthospurium* и *X. aureum* (рис. 2).

Xyridion (Tausch) Fourr., 1869, Ann. Soc. Linn. Lyon, nov. ser. 17 : 163 emend. Rodionenko. — *Iris* L. sect. *Xyridion* Tausch, 1823, Hort. Canalius, 1 [sine pag.], p. p. — *Iris* subgen. *Xyridion* (Tausch) Spach, 1846, Ann. Sci. Nat. ser. 3, 5 : 94; id., 1846, Hist. Nat. Veg. 13 : 23—29, emend. Rodionenko, 1961, Род Ирис : 191; Rodionenko, 1987, gen. *Iris* L. : 191. — *Xyridion* Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 499.

Многолетнее травянистое растение. Корневище 15—25 мм толщ., с четко заметными годичными звеньями или тонкое, без четко заметных годичных звеньев (ser. *Gramineae*, *Ludwigia*). Листья мечевидные, жесткие. Цветоносы 50—70 (90) см дл., с короткими ответвлениями в верхней части, многоцветковые или цветоносы редуцированные, 3—9 или 25—30 см дл., неветвистые, обычно двуцветковые (ser. *Graminea* и *Ludwigia*). Цветки без бородки и гребневидного выступа, за исключением *X. ludwigii*, имеющего на наружных долях околоцветника слабо выраженную бородку. Наружные доли околоцветника с длинным узким, желобчатым, почти горизонтальным ноготком и широким округлым или овальным отгибом. Нектар проступает каплями на наружных стенках трубки околоцветника. Коробочка с 6 резко выпуклыми, попарно сближенными ребрами и длинным носиком. Семена слегка сдавленные, с пергаментовидной кожурой, за исключением *X. foetidissimum*, имеющего крупные округлые кроваво-красные семена.

Lectotypus (Rodionenko, hoc loco): *Iris spuria* L. (= *X. spurium* (L.) Fourr).

От рода *Iris* s. str. отличается отсутствием бородки или гребневидного выступа на наружных долях околоцветника, наличием у коробочек 6 резко выпуклых попарно сближенных ребер и характером выделения нектара.

Sect. 1. *Xyridion*.

Тип: Лектотип рода.

Ser. 1. Xyridion. — *Iris* L. ser. *Spuriae* (Diels) Lawrence emend. Rodionenko, 1961. Род Ирис : 192. — *Iris* ser. *Spuriae* (Diels) Lawrence, 1953, Gen. Herb. 8, 4. — *Iris* subsect. *Spuriae* Diels, 1930, in Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam., 2 Aufl., 15 a: 502, p. p.

Тип: Лектотип рода.

X. spurium (L.) Fourr., 1869, Ann. Soc. Linn. Lyon. nov. ser. 17 : 163. — *Iris spuria* L., 1753, Sp. Pl. : 39. — *X. reichenbachianum* Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500.

X. aureum (Lindl.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 501. — *Iris aurea* Lindl., 1847, Bot. Reg. 59, non Link, 1821. — *I. crocea* Jacq. ex Baker, 1877, Journ. Linn. Soc. 16 : 141.

X. halophilum (Pall.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500. — *Iris halophila* Pall., 1776, Reise Russ. Reich 2, Anh. 733, no 99. tab. B. tab. B. fig. 2. — *I. gueldenstaedtiana* Lepech., 1781, Act. Acad. Petrop. 1. t. 8 : 292. — *X. gueldenstaedtianum* (Lepech.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 501. — *X. stenogynum* (Delarbre) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500.

X. kernerianum (Aschers. et Sint.) Rodionenko comb. nov. — *Iris kerneriana* Aschers. et Sint., 1884, in Baker, Gard. Chron. 1 : 795.

X. monnieri (DC.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500. — *Iris monnieri* DC., 1808, Red. Lil. t. 236.

X. musulmanicum (Fomin) Rodionenko comb. nov. — *Iris musulmanica* Fomin, 1909, Вестн. Тифл. бот. сада 14 : 46. — *Iris spuria* subsp. *musulmanica* (Fomin) Takht. 1972, в Тахт. и Фед., Фл. Еревана : 330. — *Iris klattii* Kem.-Nat. 1951, Зам. сист. геогр. раст. (Тбилиси) 16 : 4.

X. sintenisii (Janka) Rodionenko comb. nov. — *Iris sintenisii* Janka, 1876, Math. és term. közl. 12 : 173.

X. sogdianum (Bunge) Nevski, 1937, Тр. Бот. ин-та АН СССР, сер. 1, 4 : 331. — *Iris sogdiana* Bunge, 1847, Mém. Sav. Étr. Pétersb. 7 : 507.

X. xanthospurium (Mathew et Baytop) Rodionenko comb. nov. — *Iris xanthospuria* Mathew et Baytop, 1982, Garden (London), 107, 11 : 446.

X. nothum (Bieb.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500. — *Iris notha* Bieb., 1843, Cent. Ross. tab. 77.

X. demetrii (Achverd. et Mirzoeva) Rodionenko comb. nov. : *Iris demetrii* Achverd. et Mirzoeva, 1950, Тр. Бот. ин-та АН Арм. ССР. 7 : 27. — *Iris spuria* subsp. *demetrii* (Achverd. et Mirzoeva) Mathew, 1981, *Iris* : 117.

X. maritimum (Lam.) Rodionenko comb. nov. — *Iris maritima* Lam., 1795, Fl. Fr. : 497.

X. carthalinium (Fomin) Rodionenko comb. nov. — *Iris carthaliniae* Fomin, 1909, Вестн. Тифл. бот. сада 14 : 44. — *Iris spuria* subsp. *carthaliniae* (Fomin) Mathew, 1981, *Iris* : 117.

X. pseudonothum (Galushko) Rodionenko comb. nov. — *Iris pseudonotha* Galushko, 1983, в Галушко, Фл. Сев. Кавк. и вопр. ее истории : 9.

X. orientalis (Mill.) Rodionenko comb. nov. — *Iris orientalis* Mill., 1768, Gard. Dict., ed. 8: n. 9. — *Iris ochroleuca* L., 1771, Mant. 2 : 175. — *Xyridion ochroleucum* (L.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500.

Ser. 2. **Graminea (Rodionenko) Rodionenko comb. nov.** — *Iris* ser. *Graminea* Rodionenko, 1961, Род Ирис : 192.
Typus: *X. gramineum* (L.) Klatt. (= *Iris graminea* L.).

X. gramineum (L.) Klatt, 1872, Bot. Zeit. 30 : 500. — *Iris graminea* L., 1753, Sp. Pl. : 39.

X. ponticum (Zapal.) Rodionenko comb. nov. — *Iris pontica* Zapal., 1906. Consp. Fl. Galiz. Crit. 1 : 191.

Xyridion. Ser. 3. **Ludwigia (Doronkin) Rodionenko comb. nov.** — *Iris* ser. *Ludwigia*, Doronkin, 1990, Бот. журн. 75, 3 : 413.
Typus: *X. ludwigii* (Maxim.) Rodionenko (= *Iris ludwigii* Maxim.).

X. ludwigii (Maxim.) Rodionenko comb. nov. — *Iris ludwigii* Maxim. 1880, Bull. Acad. Sci. Pétersb. 26 : 308.

Sect. 2. **Spathulae (Tausch) Rodionenko comb. nov.** — *Iris* sect. *Spathula* Tausch, 1823, Hort. Canalius, 1, [sine pag.]. — *Iris* subgen. *Spathula* (Tausch) Spach, 1846, Ann. Sci. Nat. sér. 3, 5 : 97. — *Spathula* (Tausch) Fourr., 1869, Ann. Soc. Linn. Lyon. nov. ser. 17 : 163.
Typus: *X. foetidissimum* (L.) Rodionenko (= *Iris foetidissima* L.).

X. foetidissimum (L.) Rodionenko comb. nov. — *Iris foetidissima* L., 1753, Sp. Pl. : 39.

Благодарности

В работе над статьей неоценимое содействие было оказано мне С. С. Иконниковым и И. А. Макаровой. Пользуясь случаем, выражаю им глубокую благодарность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Комаров В. Л. Предисловие // Флора СССР. Л., 1934. Т. 1. С. 1—12.

Родионенко Г. И. Род Ирис — *Iris* L. М.; Л., 1961. 216 с.

Bieberstein F. M. Centuria plantarum rariorum Rossiae meridionalis. Charkoviae-Petropol, 1840—1843. 80 tab.

Fourreau J. P. Catalogue des plantes du Cour du Rhône // Ann. Soc. Linn. Lyon. 1869. T. 17. P. 89—200.

Klatt F. W. Ueber die Gattung *Iris* Linn. — Bot. Zeit. 1872. Bd 27. S. 497—503.

Linnaeus C. Specium plantarum. Holmiae, 1753. 1200 p.

Rodionenko G. I. The genus *Iris* L. London, 1987. 222 p.

Spach E. Revisio generis *Iris* // Ann. Sci. Nat. (Paris). 1846. Sér. 3. T. 5. P. 89—111.

Tausch I. F. Hortus Canalius seu plantarum rariorum. Přaha, 1823. T. 1. 44 p.

SUMMARY

The genus *Xyridion* (Tausch) Fourr. emend. Rodionenko is restituted and its Latin description is given. The genus includes two sections: *Xyridion* Tausch and *Spathulae* Tausch emend. Rodionenko, and comprises 19 species. A number of species, included in the genus by Klatt in 1872, are excluded, due to results of more recent research.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

УДК 582.347.12

© И. В. Чернядьева

О НАХОДКЕ РЕДКОГО ЛИСТОСТЕБЕЛЬНОГО МХА *OLIGOTRICHUM ALIGERUM* (*POLYTRICHACEAE*) НА ПОЛУОСТРОВЕ КАМЧАТКА

I. V. CZERNYADJEVA. ON THE RECORD OF THE RARE MOSS *OLIGOTRICHUM ALIGERUM* (*POLYTRICHACEAE*) ON KAMCHATKA PENINSULA

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2

Поступила 30.04.2004

Oligotrichum aligerum Mitt. — вид, распространенный преимущественно в южных районах Восточной Азии и Северной Америки, найден на севере Дальнего Востока, на п-ове Камчатка. Приводится карта распространения вида на территории России.

Ключевые слова: листостебельные мхи, Камчатка, флора, *Oligotrichum aligerum*.

В ходе полевых работ 2002 г., а также обработки коллекции, собранной в 2001 г. сотрудницей Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН О. А. Чернягиной, на п-ове Камчатка был найден редкий и интересный вид листостебельного мха *Oligotrichum aligerum* Mitt. Л. И. Савич-Любицкой и З. Н. Смирновой (1970) этот вид давался для территории Советского Союза как провизорный. Впервые для России *Oligotrichum aligerum* приводился Л. В. Бардуновым и В. Я. Черданцевой (1982) для южной части Приморского края (с. Каменка Дальнегорского р-на и гора Снежная Чугуевского р-на). Позднее он был найден на южных Курильских островах — на о-ве Итуруп в окрестностях поселков Курильск, Рейдово и Буревестник и на о-ве Кунашир в окрестностях вулкана Менделеева (Бардунов, Черданцева, 1984). Недавно была опубликована находка *Oligotrichum aligerum* на самом северном острове Курильской гряды — о-ве Парамушир, гора Ебеко (Minami et al., 2001). Приводим карту распространения *Oligotrichum aligerum* в России с учетом литературных указаний и данных автора (рис. 1). За пределами России вид встречается на юге Восточной Азии (Япония, Корея, Китай, Тайвань, Филиппины), на западе Северной Америки (Британская Колумбия, Орегон, Айдахо, Южная Аляска) и в Мексике (Lawton, 1971; Redfearn et al., 1986; Noguchi, 1987; Sharp et al., 1994). Таким образом, на Камчатке *Oligotrichum aligerum* произрастает на северной границе своего распространения, основной ареал этого вида лежит в более южных широтах.

Поскольку рассматриваемый вид является редким, приводим его изображение (рис. 2) и описание.

Oligotrichum aligerum Mitt., J. Linn. Soc. Bot. 8 : 48. 1864.

Вид характеризуется рыхлыми, зелеными до буроватых дерновинками; прямостоячими, простыми стеблями 0.5—1.5 см выс. Листья отстоящие, кудрявые в су-

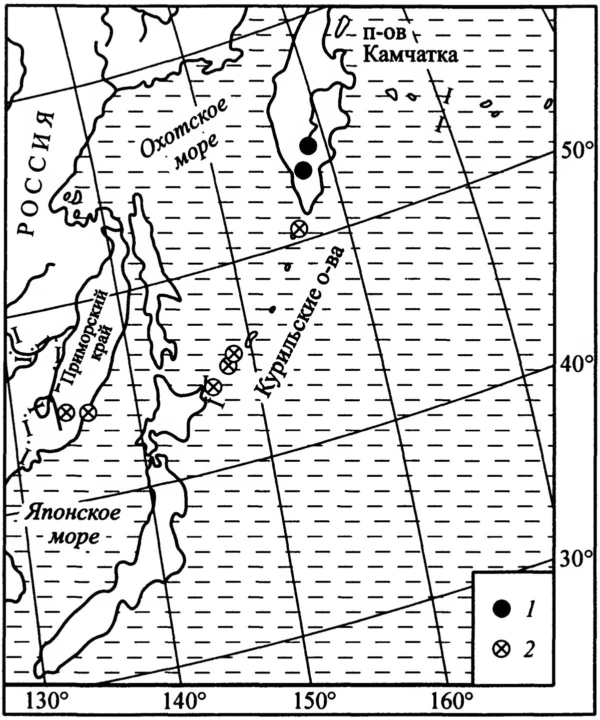


Рис. 1. Карта распространения *Oligotrichum aligerum* Mitt. в России.

1 — сборы автора, *2* — литературные данные.

хом состоянии, 2—3 мм дл.; из слабо выраженного влагалища резко сужены в узко-ланцетную заостренную непросвечивающую пластинку; край листа слабо зубчатый до городчатого; ассимиляционные пластиночки на обеих сторонах пластинки листа и жилки состоят из (2)4—8-клеточных рядов, на спинной стороне листа протягиваются почти до основания. Клетки пластинки листа в его средней части (9)12—16 мкм, округло-квадратные до овальных, толстостенные, по краю часто поперечно широкие, во влагалищной части прямоугольные, коротко прямоугольные 25—45 мкм дл., по краю часто квадратные. Камчатские растения не спороносят.

Oligotrichum aligerum близок к *O. hercynicum* (Hedw.) Lam. et Cand. и отличается от последнего хорошо выраженными ассимиляционными пластиночками на спинной стороне жилки и пластинки листа, протягивающимися иногда почти до основания. Край листа у *Oligotrichum aligerum* слабозубчатый до городчатого против почти цельного у *O. hercynicum.*

При сравнении камчатских образцов *Oligotrichum aligerum* с японскими отмечаются меньшие размеры стеблей (0.5—1.5 против 2—4 см), более слабое развитие ассимиляционных пластиночек на спинной стороне листа, менее ясная выраженность зубцов края листа у камчатских растений.

Изученные образцы: Центральная Камчатка, окрестности с. Пущино, р. Кашкан, Пущинские горячие источники, 54°07′ с. ш., 158°07′ в. д., 1 IX 2001, О. Чернягина; Западная Камчатка, междуречье р. Быстрая-Большая в среднем течении и р. Начилова, 53°05′ с. ш., 156°07′ в. д., 17 VIII 2002, И. Чернядьева.

Oligotrichum aligerum произрастает на обнаженных, преимущественно глинистых почвах по обочинам дорог, на береговых обрывах, на мелкоземе среди камней каменистых осыпей. На Камчатке он отмечен также на переувлажненной почве по

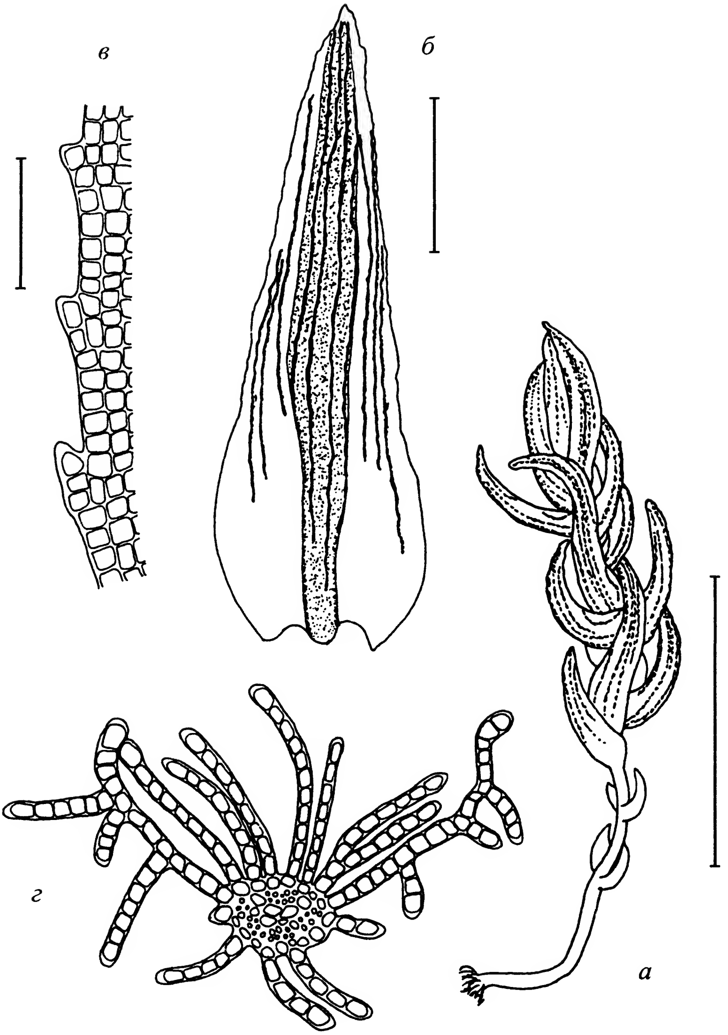


Рис. 2. *Oligotrichum aligerum* Mitt. (Центральная Камчатка, окрестности с. Пущино, р. Кашкан, Пущинские горячие источники, О. А. Чернягина).

а — общий вид, *б* — лист, *в* — край листа, *г* — срез средней части листа. Масштабная линейка: *а* — 4 мм; *б* — 5 мм; *в*, *г* — 70 мкм.

берегу термального ручья. На Камчатке и Северных Курильских островах вид собран на высотах 150—500 м над ур. м. (данные автора и Minami et al., 2001), а в Южном Приморье — на высотах 450—800 м над ур. м. (Бардунов, Черданцева, 1982). В Японии, как отмечает A. Noguchi (1987), этот вид чаще всего встречается на высотах 1000— 3000 м над ур. м. В Северной Америке, согласно E. Lawton (1971), он произрастает по всему высотному профилю гор до 1000, изредко 1500 м над ур. м. Эти данные позволяют предположить, что если на северной границе распространения *Oligotrichum aligerum* произрастает в лесном поясе гор и в предгорьях, то в южных районах он поднимается до субальпийского и альпийского поясов.

Таким образом, нахождение *Oligotrichum aligerum* в северной части Дальнего Востока значительно расширяет представления о его ареале и подчеркивает существование тесных флористических связей Камчатки с районами Юго-Восточной Азии.

Благодарности

Автор выражает большую благодарность О. А. Черягиной за предоставленный материал.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 03-04-49593).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бардунов Л. В., Черданцева В. Я. Листостебельные мхи южного Приморья. Новосибирск, 1982. 205 с.

Бардунов Л. В., Черданцева В. Я. Материалы по флоре листостебельных мхов южных Курильских островов // Систематико-флористические исследования споровых растений Дальнего Востока. Владивосток, 1984. С. 34—53.

Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. Л., 1970. 824 с.

Lawton E. Moss flora of the Pacific Northwest // Hattori Bot. Lab., Japan. 1971. 362 p.

Minami Y., Okitsu S., Kanda H., Cherdantseva V. Ya., Grishin S. Yu. Occurrence of bryophytes on Paramushir Island, northern Kuriles, Far East Russia // Mem. Nat. Instit. Polar Res. 2001. Special Issue. N 54. P. 487—493.

Noguchi A. Illustrated moss flora of Japan. Pt 1 // Hattori Bot. Lab., Japan. 1987. 242 p.

Redfearn P. L., Wu Jr., Wu P.-C. Catalog of the mosses of China // Ann. Missouri Bot. Gard. Vol. 73. P. 177—208.

Sharp A. J., Crum H., Eckel P. M. The Moss Flora of Mexico. New York, 1994. Pt 2. 1113 p.

SUMMARY

Oligotrichum aligerum Mitt. (*Polytrichaceae*, *Musci*) is found for the first time on Kamchatka Peninsula. It was earlier recorded mainly in more southern regions of the East Asia and the North America. Its illustration and the map of its distribution in Russia are provided.

УДК 581.9 (470.22)

Бот. журн., 2005 г., т. 90, № 1

© М. Пиирайнен,[1] А. В. Кравченко,[2] П. Уотила[1]

О НАХОДКЕ *DIAPENSIA LAPPONICA* (*DIAPENSIACEAE*) В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

M. PIIRAINEN, A. V. KRAVCHENKO, P. UOTILA. A RECORD OF *DIAPENSIA LAPPONICA* (*DIAPENSIACEAE*) IN THE REPUBLIC OF KARELIA

[1] Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, University of Helsinki,
P. O. BOX 7 (Unioninkatu 44), Helsinki, Finland
Тел. (358-9) 191-86-20
E-mail: mikko.piirainen@helsinki.fi, pertti.uotila@helsinki.fi
[2] Институт леса Карельского НЦ РАН
185610 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
Тел. (8142) 76-81-60
E-mail: kravchenko@krc.karelia.ru
Поступила 07.04.2004

Приведены данные о находке нового для Республики Карелия вида *Diapensia lapponica* на о-ве Немецкий Кузов в Онежском заливе Белого моря. Это местонахождение является наиболее южным в Восточной Фенноскандии.

Ключевые слова: *Diapensia lapponica*, архипелаг Кузова, Республика Карелия.

Преимущественно арктический амфиатлантический (по мнению некоторых исследователей, арктоальпийский циркумполярный) подушковидный вечнозеленый кустарничек *Diapensia lapponica* L. довольно широко распространен в арктической зоне западной части Евразии (на восток до р. Обь) и Северной Америки. Вне Арктики вид встречается в горных системах: в Аппалачах (на юг до 44° с. ш.), в Шотландии (56°40′ с. ш.), в Фенноскандии (в Скандинавских горах на юг до 61° с. ш.) и на Северном Урале (на юг до 59° с. ш.), где приурочен к горным тундрам и горнолесотундровому поясу (Blakelock, 1951; Hultén, 1958, 1971; Кобелева, 1977; Ребристая, 1980; Федоров, 1981; Hultén, Fries, 1986; Gleason, Cronquist, 1991; Stace, 1991; Thieret, 2001). В северной части Норвегии вид спускается с гор почти до уровня моря (Berg et al., 1990).

Во время флористического обследования островов Онежского залива Белого моря нами было обнаружено ранее неизвестное местонахождение данного вида: Республика Карелия, Кемский р-н, архипелаг Кузова, о-в Немецкий Кузов, западный купол, воронично-лишайниковая каменистая тундра, 23 VIII 2002, M. Piirainen, № 5044. Собранные образцы хранятся в Гербарии университета г. Хельсинки (H), дублеты переданы в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН (LE) и Института леса Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск (PTZ). Это первый случай находки вида в Карелии.

Вид был обнаружен на острове на втором по высоте куполе (100 м над ур. м.) на отметке около 80 м над ур. м. Всего на площади 0.5 га было обнаружено несколько десятков экземпляров диапенсии. Древесно-кустарниковый ярус представлен единичными экземплярами *Betula czerepanovii* Orlova высотой 1—1.5 м. В живом напочвенном покрове доминирует *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, встречаются также *Arctous alpina* (L.) Niedenzu, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Festuca ovina* L., *Juncus trifidus* L., *Ledum palustre* L., *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv., *Vaccinium uliginosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. Моховой покров развит слабо, из лишайников наиболее обильны *Alectoria nigricans* (Ach.) Nyl., *Cladina mitis* (Sandst.) Mong., *Cladonia amaurocraea* (Flörke) Schaer., *C. bellidiflora* (Ach.) Schaer., *C. coccifera* (L.) Willd., *C. floerkeana* (Fr.) Sommerf., *C. gracilis* (L.) Willd. subsp. *gracilis*, *C. pleurota* (Flörke) Schaer., *C. squamosa* (Scop.) Hoffm., *C. uncialis* (L.) F. H. Wigg. subsp. *uncialis*, *Cetraria muricata* (Ach.) Eckfeldt, *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt et Tell. Растительность по внешнему облику и составу напоминает растительность горных тундр, широко распространенных севернее в Мурманской обл. и остальных частях Фенноскандии (асс. Diapensia-Loiseleuria-Empetrum по: Kalliola, 1938; Loiseleurio-Racomitrietum по: Королева, 1990, и т. п.).

Местонахождение диапенсии в Карелии (64°57′ с. ш., 35°9′ в. д.) является наиболее южным в Восточной Фенноскандии и отстоит более чем на 200 км к югу от ближайших мест произрастания вида в Мурманской обл. (Кандалакшские горы и р. Тумча) и Финляндии — хр. Маанселькя в пределах биогеографической провинции Куусамо (Пояркова, 1959; Kalliola, 1965; Раменская, 1983).

Местообитание диапенсии представляет собой обработанный ледником слегка выпуклый «бараний лоб». В разных частях данного местообитания на открытые скалы, голые или покрытые только лишайниками, приходится от 20 до 50 % поверхности. Диапенсию часто относят к хионофобным видам (Bliss, 1956, и др.). Можно с большой долей уверенности предположить, что в зимнее время снег из обнаруженного местообитания сдувается почти полностью, что препятствует разрастанию хионофильных видов и создает не занятое другими видами сосудистых растений пространство, что положительно сказывается на выживании диапенсии.

В условиях Мурманской обл. диапенсия зацветает обычно во 2—3-й декаде июня, цветение длится около двух недель, в холодные годы оно может растянуться до месяца (Андреева и др., 1984). В нашем случае диапенсия находилась в стадии цветения еще в конце августа, что мы связываем с жесткими климатическими условиями обнаруженного местообитания как в зимнее время (вероятное отсутствие снежного покрова, сильные ветры), так и в период вегетации (охлаждающее влияние водных масс Белого моря).

Следует отметить, что архипелаг Кузова давно известен как место, где в изолированных и наиболее южных точках равнинной части своих ареалов встречаются такие северные виды, как европейско-восточносевероамериканский арктогорнотундровый *Carex bigelowii* Torr. ex Schwein., циркумполярные арктоальпийские *Juncus trifidus* L. и *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. (Bergroth, 1898; Erkamo, 1947). Острова освободились от последнего покровного оледенения в начале аллерёдского потепления голоцена 11 600—11 500 лет назад. Пески, отложенные на островах на отметках 70—80 м над ур. м., свидетельствуют, что верхние отметки островов никогда не покрывались водами в период морских трансгрессий и все время были покрыты ассоциациями тундрового типа (Демидов, 2002). 3 вышеназванных вида, а также диапенсия, в данном пункте являются, по-видимому, реликтами позднеледниковья.

В России диапенсия распространена спорадично и в Республике Коми и Мурманской обл. отнесена к числу видов с сокращающейся численностью, нуждающихся в связи с этим в биологическом надзоре (Красная..., 1998, Красная..., 2003). Безусловно, вид нуждается в охране и в Карелии и должен быть внесен в новую редакцию республиканской Красной книги.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность Orvo Vitikainen (H), определившему лишайники. Работа проводилась при финансовой поддержке Совета Министров Северных стран (проект IS-NB 02-03-19) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-04-48735).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева В. Н., Похилько А. А., Филиппова Л. Н., Царева В. Т. Биологическая флора Мурманской области. Апатиты, 1984. 296 с.

Демидов И. Н. История развития ландшафтного заказника «Кузова» в Белом море в поздне- и послеледниковье // Культурное и природное наследие островов Белого моря. Петрозаводск, 2002. С. 10—17.

Кобелева Т. П. Сем. *Diapensiaceae* Lindl. — Диапенсиевые // Флора северо-востока европейской части СССР. Л., 1977. Т. 4. С. 47.

Королева Н. Е. Флористическая классификация растительности горно-тундрового пояса Хибин (Мурманская область). Апатиты, 1990. 42 с.

Красная книга Республики Коми. М.; Сыктывкар, 1998. 528 с.

Красная книга Мурманской области. Мурманск, 2003. 400 с.

Пояркова А. И. Сем. Диапенсиевые — *Diapensiaceae* // Флора Мурманской области. М.; Л., 1959. Вып. 4. С. 320—322.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 216 с.

Ребристая О. В. Сем. *Diapensiaceae* Lindl. — Диапенсиевые // Арктическая флора СССР. Л., 1980. Вып. 8. С. 157—160.

Федоров А. А. Сем. *Diapensiaceae* Lindl. — Диапенсиевые // Флора европейской части СССР. Л., 1981. Т. 5. С. 60—61.

Berg R. Y., Faegri K., Gjaerevoll O. Maps of distribution of Norwegian vascular plants. Trondheim, 1990. 126 + XXXVII p.

Bergroth I. O. Botaniska exkursioner i Karelia pomorica — Medd. Soc. Fauna Flora Fennica. 1898. T. 23. S. 21—26.

Blakelock R. A. Diapensia lapponica L.: its occurrence in Scotland // Kew Bull. 1951. N 30. P. 325—326.

Bliss L. G. A comparison of plant in microenvironment of arctic and alpine tundra // Ecol. Monogr. 1956. Vol. 26. P. 303—337.

Erkamo V. I. O. Bergroths botaniska undersökningar i Karelia pomorica // Acta Soc. Fauna Flora Fennica. 147. T. 67. N 1. 83 s.

Gleason H. A., Cronquist A. Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada. Bronx; New York, 1991. 910 p.

Hultén E. The amphi-atlantic plants and their phytogeographical connections // Kung. Svenska Vet.-Akad. Handl. 1958. Ser. 4. T. 7. N 1. 340 s.

Hultén E. Atlas över växternas utbrending i Norden. Stockholm, 1971. 56 + 531 s.

Hultén E., Fries M. Atlas of North European vascular plants north of the tropic of Cancer. Vol. I—III. Königstein, 1986. 1172 p.

Kalliola R. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch—Lapplands // Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fennicae. 1939. T. 13. N 2. 328 s.

Kalliola R. Diapensia lapponica L. — Uuvana // Suuri kasvikirja. Helsinki, 1965. T. 3. S. 317—319.

Stace C. New flora of the British Isles. Cambridge, 1991. 1226 p.

Thieret J. W. (eds.). National Audubon Society field guide to North American wildflowers. Eastern Region. 2nd ed. New York, 2001. 879 p.

SUMMARY

Diapensia lapponica is reported for the first time for the Republic of Karelia from Nemetskiy Kuzov Island in the Onega Bay of the White Sea. The locality is the southernmost one known in East Fennoscandia.

УДК 581.9 (470.41) Бот. журн., 2005 г., т. 90, № 1

© О. В. Бакин,[1] А. П. Ситников[2]

НОВЫЕ И РЕДКИЕ В ТАТАРСТАНЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ

O. V. BAKIN, A. P. SITNIKOV. SPECIES OF VASCULAR PLANTS NEW AND RARE TO TATARSTAN

[1] Волжско-Камский государственный природный заповедник
422537 Республика Татарстан, Зеленодольский р-н, п/о Раифа
Тел. (84-371) 3-47-20
E-mail: raifa@online.kzn.ru
[2] Казанский государственный университет
420008 Казань, ул. Кремлевская, 18
Тел. (8432) 315142
E-mail: Andrew.Sitnykov@ksu.ru
Поступила 22.03.2004

Приведены сведения о местонахождениях 10 новых и 9 редких для флоры Республики Татарстан видов сосудистых растений. Из них 10 — адвентивные растения.

Ключевые слова: флористические находки, сосудистые растения, Татарстан.

В ходе ботанических экскурсий 2000—2002 гг. и определения сборов прошлых лет выявлены новые для Республики Татарстан (РТ) виды сосудистых растений и новые местонахождения ряда редких видов. Названия растений приводятся в соответствии со сводкой С. К. Черепанова (1995). Новые для РТ виды растений отмечены звездочкой (*). Образцы хранятся в гербарии Казанского государственного университета (KAZ), дубликаты переданы в Ботанический институт им. В. Л. Комарова (БИН) РАН (LE).

**Acroptilon repens* (L.) DC. Казань, откос дамбы у Ленинского моста, газон, 1 VII 1999.

Степной вид, распространенный от Передней Азии до Монголии, заходящий на юг Европейской России и Западной Сибири. В границах основного ареала — злостный сорняк. В средней полосе России — заносное растение (Черепанов, 1994). Карантинный вид. Обнаруженная группа растений наблюдается ежегодно, разрастается незначительно.

Cephalanthera rubra (L.) Rich. РТ, Тетюшский р-н, Кильдюшское лесничество, кв. 60, на старой грунтовой дороге в дубо-липняке снытевом, 20 VI 2001.

Евро-югозападноазиатский лесной вид, занесенный в Красную книгу РСФСР (1988). Найдено 7 цветущих особей на 30-метровом участке широкой лесной дороги. Растения встречаются по обочине и на самой дороге, под полог леса не заходят.

Всего на территории Татарстана зарегистрировано 10 местонахождений вида, большей частью в Лесном (Казанском) Заволжье и в Предволжье (Рогова, Фардеева, 1995).

**Chondrilla graminea* Bieb. Пригородная зона г. Казани, песчаный откос западной экспозиции к ж.-д. насыпи между станциями Новое Аракчино и Восточный парк, 6 X 1999.

Эндемик степной зоны Восточной Европы. Вид приурочен к песчаным почвам, встречается как в природных, так и в антропогенных биотопах (Леонова, 1989). Существенного увеличения плотности обнаруженной популяции или занимаемой ею площади не происходит, хотя семенное размножение растений возможно, поскольку обнаружены морфологически нормальные семянки.

Corallorhiza trifida Chatel. Волжско-Камский заповедник, Раифский участок, кв. 135 (новая территория), на сфагновой сплавине близ воды, 14 VI 2001.

Субциркумбореальный вид. На территории РТ было известно одно местонахождение в 1969—1974 гг., также в Раифском участке заповедника, где в настоящее время найти вид не удается. Во вновь обнаруженной популяции было 6 цветущих растений.

**Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soó. Волжско-Камский заповедник, Раифский участок, кв. 70, на сфагновой сплавине, 23 VI 2002.

Европейский вид переходных и низинных сфагновых болот, занесенный в Красную книгу РСФСР (1988). Для Волжско-Камского края Л. В. Аверьяновым (1990) не указывается, но известен, в частности, с территории Марий Эл (Красная..., 1997). В заповеднике редок.

Equisetum ramosissimum Desf. Казань, пустырь около ул. Гаврилова, на намытом речном песке, 11 VII 2002.

Голарктический вид зоны степей и полупустынь. В более северные районы распространяется по пескам, особенно по ж.-д. насыпям (Губанов и др., 2002). На территорию РТ проникает по долине р. Волги, откуда был известен по единичным находкам (Бакин и др., 2000). Найденная в г. Казани группа растений в 2003 г. занимала площадь около 100 м^2. Вид рекомендован к занесению в Красную книгу России (Красная..., 2000).

Gagea granulosa Turcz. Волжско-Камский заповедник, Саралинский участок, кв. 56, опушка широколиственного леса, 25 IV 2002; дачные участки в пригороде Казани у ж.-д. станции Лагерная, 28 IV 2002.

Северовосточноевропейско-сибирский вид, представленный в средней полосе Европейской России отдельными редкими популяциями (Губанов и др., 2002). С территории РТ был известен по трем находкам (Бакин и др., 2000). В заповеднике обнаружена куртина площадью около 8 кв. м. На дачные участки вид занесен с «торфом» с северных территорий и ведет себя как сорняк.

**Galega officinalis* L. РТ, Камско-Устьинский р-н, пустырь у дер. Большие Клярии, 21 VI 2001.

Евро-средиземноморский опушечно-луговой вид (Васильева, 1987); в средней полосе Европейской России культивируется в качестве кормового растения. Найденные растения образуют по пустырям вокруг деревни обширные заросли совместно с *Onobrychis viciifolia* Scop. Оба вида — беглецы из культуры.

Iris hungarica Waldst. et Kit. РТ, Альметьевский р-н, у опушки сосняка на вершине остепненного склона (над водохранилищем) близ северной границы г. Альметьевска, 17 V 2002.

Может рассматриваться как восточный подвид *I. aphylla* L., рекомендуемого к занесению в Красную книгу России (Красная..., 2000) — subsp. *hungarica* (Waldst. et Kit.) Hegi. В Татарстане на Бугульминской возвышенности найден впервые (здесь распространен *I. pumila* L.); считается редким видом юга Татарского Предволжья; есть старое указание на находку вида на северном берегу р. Камы (Бакин и др., 2000). В Волго-Уральском регионе указывается только для Предволжья (Плаксина, 2001).

Laserpitium prutenicum L. РТ, Бавлинский р-н, опушка лесополосы в 2.5 км к северу от с. Салихово, 21 VII 2000.

Единственная находка вида на территории современной РТ была сделана в западной части Лесостепного Заволжья в конце XIX в. (Korshinsky, 1898).

**Nicandra physaloides* (L.) Gaertn. РТ, Зеленодольский р-н, пос. Садовый, газон на территории дендрария, 23 VIII 2000.

Родина вида — Южная Америка; как сорняк и беглец из культуры распространен в ряде умеренно-теплых районов Евразии. В Европейской России встречается редко и единично (Пояркова, 1981). Единственный обнаруженный экземпляр этого однолетника в конце августа достигал высоты 65 см, обильно цвел и плодоносил. Семена, очевидно, были занесены с газонной смесью. Эфемерофит.

**Nigella damascena* L. РТ, Зеленодольский р-н, пос. Садовый, газон на территории дендрария, 23 VIII 2000.

Родина вида — Средиземноморье; типовой подвид культивируется в садах и парках и иногда дичает (Цвелёв, 2001). Обнаруженные нами растения имели белые цветки, при этом бледно-голубые пятна в основании чашелистиков проявились после сушки гербария. Семена, очевидно, были занесены с газонной смесью. Эфемерофит.

**Orobanche coerulescens* Steph. РТ, Бавлинский р-н, известняково-мергелистый склон южной экспозиции холма в 3.5 км к северу от с. Салихово, 21 VII 2000; Бугульминский р-н, остепненный выбитый склон юго-западной экспозиции долины притока р. Дымка у с. Спасское, 17 VII 2002. Растения с желтовато-белыми цветками — var. *albiflora* O. Kuntze.

Ареал вида охватывает степную и отчасти лесостепную зоны от Средней Европы до Дальнего Востока. Паразитирует на полынях. Разновидность с беловатыми цветками характерна для востока Европейской России (Цвелёв, 1981). В Волго-Уральском регионе и Предволжье — редкий вид (Благовещенский, Раков, 1994; Плаксина, 2001). В РТ по Бугульминской возвышенности проходит северная граница ареала.

**Orobanche elatior* Sutt. РТ, Бугульминский р-н, остепненный выбитый склон юго-западной экспозиции притока р. Дымка у с. Спасское, 17 VII 2002.

Евразиатский лесостепной вид, нередкий в Волго-Уральском регионе (Плаксина, 2001). Найдено более 20 отцветающих растений. Паразитирует на *Centaurea scabiosa* L. В РТ по Бугульминской возвышенности проходит северная граница ареала.

**Oxybaphus nyctagineus* (Michx.) Sweet. Пригородная зона г. Казани, откос ж.-д. насыпи между станциями Новое Аракчино и Восточный парк, 11 VIII 2000.

Североамериканский вид. Культивируется в Западной Европе, где дичает (Шишкин, 1936), и бывших советских республиках Средней Азии (Черепанов, 1995). В России — заносное растение, встречающееся по ж.-д. насыпям и сорным местам; известны находки в Брянской, Белгородской, Воронежской, Калужской, Курской, Тульской областях (Майоров, личн. сообщ.), в Республике Мордовия и Удмуртии (Туганаев, Пузырев, 1988). Найденная группа растений наблюдается ежегодно на одном месте, но плотность популяции и занимаемая ею площадь существенно различаются по годам.

Phalacroloma septentrionale (Fern. et Wieg.) Tzvel. Пригородная зона г. Казани, склон западной экспозиции у ж.-д. ст. Новое Аракчино, 11 VIII 2000; РТ, Зеленодольский р-н, залежь в 2 км к юго-западу от с. Бишня, 19 IX 2002.

Североамериканский вид, натурализовавшийся во многих районах лесостепной зоны Европейской России, где произрастает на открытых участках (Цвелёв, 1994). Из РТ известен по двум находкам в полосе широколиственных лесов Предволжья и Лесного Заволжья (Бакин и др., 2000). Для полосы подтаежных лесов отмечен впервые; хотя обнаружен здесь в относительно большом количестве, очевидно — эфемерофит.

Salix phylicifolia L. Волжско-Камский заповедник, Раифский участок, кв. 135 (новая территория), на сфагновой сплавине, 14 VI 2001; там же, кв. 119, на сфагновой сплавине, 26 VI 2001.

Европейский бореальный вид, находящийся в регионе на южной границе ареала; приурочен к сфагновым торфяникам и сплавинам, редок (Благовещенский, Раков, 1994; Баранова, 2000). До последнего времени с территории РТ не было конкретных данных о местонахождениях вида. Помимо заповедника, *S. phylicifolia* произрастает на территории памятника природы «Ильинская балка» (Зеленодольский р-н).

**Scleranthus perennis* L. Пригородная зона г. Казани, вершина холма у ж.-д. ст. Новое Аракчино, 17 VI 1997.

Евро-средиземноморский опушечно-луговой вид, приуроченный к песчаным почвам, в средней полосе России редок (Губанов и др., 2003). Цитированный образец представлен одним экземпляром, собранным студентами во время полевой практики. По-видимому, в настоящее время это самое восточное местонахождение вида в России.

Typha laxmannii Lepech. РТ, Альметьевский р-н, обводненная в весенний период западина в долине р. Ямашка в 1 км к югу от дер. Березовка (рядом с нефтекачалкой), 18 VII 2000.

3 ранее известные находки вида на территории РТ сделаны на берегах Куйбышевского водохранилища (Леонова, 1976; Папченков, 1985). Новая находка с отрогов Бугульминской возвышенности приурочена к засоленным биотопам, возникшим здесь главным образом в связи с нефтедобычей. Площадь зарослей рогоза составляла около 30 м^2; здесь же обнаружена *Spergularia salina* J. et C. Presl, впервые найденная в этом районе в 1995 г. (Ситников, 1996). По-видимому, оба вида для территории Татарстана следует считать адвентивными.

Благодарности

Авторы выражают признательность С. Р. Майорову, уточнившему определение вида *Nigella damascena* L.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аверьянов Л. В. Конспект рода *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski (*Orchidaceae*), 3 // Новости сист. высш. раст. Л., 1990. Т. 27. С. 32—62.

Бакин О. В., Рогова Т. В., Ситников А. П. Сосудистые растения Татарстана. Казань, 2000. 496 с.

Баранова О. Г. Картосхемы распространения редких растений в Вятско-Камском междуречье. Ижевск, 2000. 182 с.

Благовещенский В. В., Раков Н. С. Конспект флоры высших сосудистых растений Ульяновской области. Ульяновск, 1994. 116 с.

Васильева Л. И. Род Галега, Козлятник — *Galega* L. // Флора европейской части СССР. Л., 1987. Т. 6. С. 82—84.

Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 1: Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). М., 2002. 526 с.

Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., 2003. 665 с.

Красная книга Республики Марий Эл: Редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры / Сост. Н. В. Абрамов. Под ред. В. Н. Тихомирова. Йошкар-Ола, 1997. 128 с.

Красная книга России: правовые акты. М., 2000. 134 с.

Красная книга РСФСР (растения). М., 1988. 590 с.

Леонова Т. Г. Обзор видов рода *Typha* L. европейской части СССР // Новости сист. высш. раст. Л., 1976. Т. 13. С. 8—15.

Леонова Т. Г. Род Хондрилла — *Chondrilla* L. // Флора европейской части СССР. Л., 1989. Т. 8. С. 57—61.

Папченков В. Г. Новые и редкие виды растений для автономных республик Среднего Поволжья // Бот. журн. 1985. Т. 70. № 12. С. 1696—1697.

Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара, 2001. 388 с.

Пояркова А. И. Сем. *Solanaceae* Juss. — Пасленовые // Флора европейской части СССР. Л., 1981. Т. 5. С. 179—201.

Рогова Т. В., Фардеева М. Б. Пыльцеголовник красный // Красная книга Республики Татарстан. Казань, 1995. С. 308—309.

Ситников А. П. О находках новых и редких видов цветковых растений в Республике Татарстан // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 1. С. 112—115.

Туганаев В. В., Пузырев А. Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск, 1988. 124 с.

Цвелёв Н. Н. Сем. *Orobanchaceae* Vent. — Заразиховые // Флора европейской части СССР. Л., 1981. Т. 5. С. 317—336.

Цвелёв Н. Н. Триба *Astereae* Cass. // Флора европейской части СССР. СПб., 1994. Т. 7. С. 174—206.

Цвелёв Н. Н. Триба *Nigelleae* Langlet ex Tamura // Флора Восточной Европы. СПб., 2001. Т. 10. С. 48—51.

Черепанов С. К. Род Горчак — *Acroptilon* Cass. // Флора европейской части СССР. СПб., 1994. Т. 7. С. 256—257.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.

Шишкин Б. К. Сем. Никтагиновые — *Nyctaginaceae* Lindl. // Флора СССР. М.; Л., 1936. Т. 6. С. 370—371.

Korshinsky S. Tentamen Florae Rossiae orientalis, id est provinciarum Kazan, Wiatka, Perm, Ufa, Orenburg, Samara, partis borealis atque Simbirsk // Зап. Имп. АН по физ.-мат. отд. 1898. Т. 7. № 1. С. 1—566.

SUMMARY

19 species of vascular plants new and rare to the flora of Tatarstan (Russia) are reported, 10 of them being alien.

УДК 582.542.2 Бот. журн., 2005 г., т. 90, № 1

© И. А. Нестерова

О НАХОЖДЕНИИ *SCIRPUS LINEOLATUS* (*CYPERACEAE*) В СИХОТЭ-АЛИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

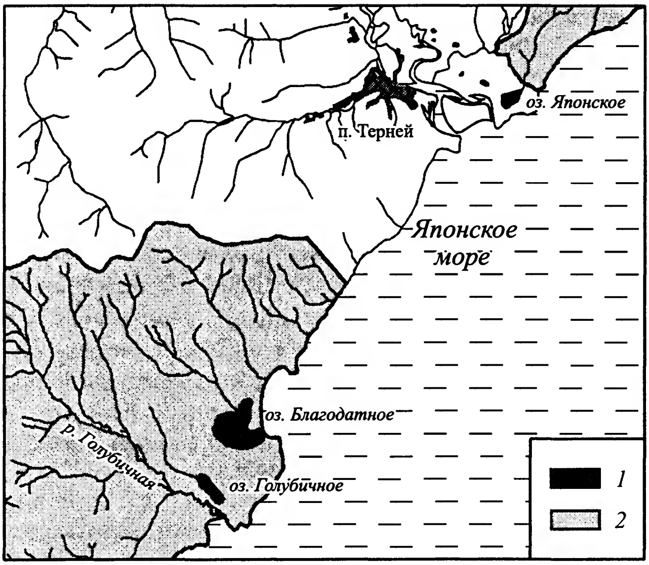
I. A. NESTEROVA. ON THE RECORD OF *SCIRPUS LINEOLATUS* (*CYPERACEAE*) IN THE SIKHOTE-ALIN RESERVE

Сихотэ-Алинский государственный биосферный природный заповедник
692150 Приморский край, Тернейский р-н, пос. Терней, ул. Партизанская, 44
Факс (42374) 31-3-78
Тел. (42374) 31-3-65
E-mail: sixote@vld.global-one.ru
Поступила 26.03.2004

Сообщается о первой находке преимущественно японо-тайваньского островного вида *Scirpus lineolatus* в Сихотэ-Алинском государственном природном биосферном заповеднике.

Ключевые слова: флористическая находка, Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник, *Scirpus lineolatus.*

Scirpus lineolatus Franch. et Savat., преимущественно японо-тайваньский островной вид, был впервые в России найден в оз. Японское близ пос. Терней Приморского края В. Н. Ворошиловым (1982). Позднее была опубликована эколого-географическая характеристика вида и определено его число хромосом (Кожевников и др., 1986) в результате повторных сборов этого вида на оз. Японское. Новое местонахождение *S. lineolatus* в материковой части Азиатского континента было обнаружено нами в сентябре 2002 г. в оз. Голубичное (см. рисунок, *1*), на территории Сихотэ-Алинского заповедника. Оба приморских озера, давно потерявшие связь с морем, являются реликтами морских заливов и бухт и служат убежищами для разнообразной водной флоры, родственной флорам более южных регионов. Ранее Ю. А. Доронина (1961) обнаружила здесь реликтовый вид *Isoëtes asiatica.* В разных частях оз. Голубичное встречаются редкие для заповедника виды растений — *Caulinia orientalis*, *Nuphar pumila*, *Hydrilla verticillata* (Нестерова, 1994), виды родов *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Utricularia*, *Sagittaria.*



Карта-схема района исследования.
1 — озера и старицы, *2* — территория Сихотэ-Алинского биосферного заповедника.

Оз. Голубичное расположено в долине р. Голубичная, в зоне так называемых приморских низкорослых дубняков, в южной части Сихотэ-Алинского заповедника (на расстоянии 500 м от берега моря). Это пресноводное олиготрофное озеро с преимущественно песчаным и крупногалечниковым дном. На берегах и на мелководьях в этой части озера оседают опавшие листья и фрагменты водных растений. *S. lineolatus* произрастает вдоль восточного берега озера, занятого заболоченным ольховником. Небольшая куртина отмечена на границе уреза воды, где *S. lineolatus* с обилием по шкале Друде cop1 ассоциирует с *Truellum sieboldii* (sol) и *Carex* sp. Далее, на глубине 10—30 см, нами отмечены сообщества с преобладанием *S. lineolatus* (cop1—3). В этой ассоциации с обилием sol присутствуют *Potamogeton gramineus*, *Isoëtes asiatica*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum spicatum*, иногда встречается *Scirpus tabernaemontani* (cop1).

В популяции преобладают вегетативные особи *S. lineolatus* 4—10 (19) см выс. Растения расселяются преимущественно с помощью корневищ, образуя вытянутые вдоль береговой линии куртины, погруженные в воду. Отмечено незначительное количество генеративных побегов с развивающимися колосками, преимущественно на берегу. Семенное возобновление *S. lineolatus* подавлено, развитые плоды в колосках отсутствуют до глубокой осени (Кожевников, 1988). Новое местонахождение *S. lineolatus* свидетельствует о вероятном более широком распространении этого вида на материковой части Дальнего Востока, чем это считалось ранее.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность Н. С. Пробатовой и В. П. Селедцу (БПИ, ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток) за помощь в подготовке статьи и за постоянную поддержку исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ворошилов В. Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М., 1982. 672 с.

Доронина Ю. А. Полушник азиатский — новый вид для флоры Приморья // Бот. журн. 1961. Т. 46. № 5. С. 733.

Кожевников А. Е., Соколовская А. П., Пробатова Н. С. Эколого-географическая характеристика и числа хромосом некоторых осоковых (*Cyperaceae*) советского Дальнего Востока // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. наук. 1986. № 13. Вып. 2. С. 57—62.

Кожевников А. Е. Сем. Сытевые, Осоковые — *Cyperaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1988. Т. 3. С. 175—403.

Нестерова И. А. О находке водных и прибрежно-водных видов в Сихотэ-Алинском заповеднике // Бот. журн. 1994. Т. 79. № 3. С. 116—117.

Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. Владивосток, 2002. 48 с.

SUMMARY

The first record of *Scirpus lineolatus* in the Sikhote-Alin Reserve is reported. The second locality of this species, which is enlisted in the Red Data Book of Primorsky Krai (2002), was found in the mainland part of the Asian continent. The record suggests a possible wider distribution of the species in the mainland.

УДК 581.9 (571.63) : 582.542.1

Бот журн., 2005 г., т. 90, № 1

© В. П. Верхолат, В. Ю. Баркалов, С. Ю. Гришин

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ НА ОСТРОВЕ ПАРАМУШИР (СЕВЕРНЫЕ КУРИЛЫ)

V. P. VERKHOLAT, V. Yu. BARKALOV, S. Yu. GRISHIN.
FLORISTIC RECORDS ON PARAMUSHIR ISLAND (NORTHERN KURILES)

Биолого-почвенный институт ДВО РАН
Владивосток
E-mail: verkholat@ibss.dvo.ru

Поступила 07.04.2004

Приводятся новые сведения о 17 видах сосудистых растений флоры о-ва Парамушир (Северные Курилы). Из них 10 видов (*Cimicifuga simplex*, *Euphrasia maximowiczii*, *Myosotis sylvatica*, *Lolium perenne*, *Orthilia secunda*, *Papaver microcarpum*, *Pedicularis lapponica*, *Ranunculus pallasii*, *Rubia jesoënsis*, *Taraxacum heterolepis*) для острова указываются впервые; для *Acetosella vulgaris*, *Atriplex subcordata*, *Bromopsis pumpelliana*, *Coeloglossum viride*, *Ledum decumbens*, *Spergula arvensis*, *Stellaria eschscholziana* приводятся новые гербарные сборы, подтверждающие их произрастание на острове.

Ключевые слова: флора, новые виды, о-в Парамушир, Северные Курилы.

Во флористическом отношении о-в Парамушир можно считать наиболее изученным среди островов Северных Курил. Однако более детальные исследования отдельных участков растительного покрова острова приносят ботанические находки, увеличивающие число видов его флоры, а также уточняющие представления о распространении ряда видов. В период с 1997 по 2003 г. нами было проведено геоботаническое обследование растительного покрова северной части Курильского архипелага, в том числе о-ва Парамушир (руководитель проекта С. Ю. Гришин). Изучение фитоценотического разнообразия и структуры растительного покрова острова осуществлялось детально-профильным и маршрутным методом с регулярной закладкой разовых пробных площадок, на которых составлялись геоботанические описания, ориентированные на выявление полного видового состава. Результаты обработки гербарных материалов и геоботанических описаний позволили нам внести некоторые дополнения и уточнения к известной в настоящее время флоре о-ва Парамушир (Kudo, 1922; Воробьев, 1956; Tatewaki, 1957; Сосудистые..., 1985—1996). В ранее опубликованной статье (Верхолат, Гришин, 1999) впервые для острова приводится наиболее северное на островах Курильской гряды местонахождение *Ilex rugosa* F. Schmidt, которое отодвигает границу ареала субтропического рода *Ilex* на 50° с. ш. В данной статье также частично использованы гербарные материалы В. Ю. Баркалова, собранные во время работы по Международному Курильскому проекту (Растительный..., 2002) в 2000 г. Названия видов приводятся согласно сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1985—1996, т. 1—8).

Основные коллекторы — Верхолат В. П. и Гришин С. Ю. Сборы Баркалова В. Ю. оговариваются при цитировании его находок в каждом случае отдельно.

Acetosella vulgaris (W. D. J. Koch) Fourr. Растения собраны 21 VIII 2001 в бывшем пос. Подгорное на антропогенных шлаковых участках вдоль причала и около домов. Популяция жизнеспособная, многочисленная, растения активно цветут и плодоносят. Для Северных Курил вид указывался, но достоверно известных точек сбора не приводится из-за отсутствия зрелых плодов. Для о-ва Парамушир приводится близкий заносный вид — *Acetosella angiocarpa* (Murb.) A. Löve (Цвелёв, 1989), который часто и довольно обильно встречается на антропогенных участках острова. От последнего вида *A. vulgaris* отличается зрелыми плодами, свободно расположенными в околоцветнике и легко выпадающими из него. Широко распространенный в обоих полушариях сорный вид, несомненно, являющийся заносным на Курильских островах.

Atriplex subcordata Kitag. Вид указывался для всех Курильских островов, но достоверные сборы имелись только с Южных Курил (Игнатов, 1988). Нами собраны образцы 19 VIII 2003 в окрестностях бывшего пос. Шелехово на песчаном участке супралиторали в устье рек Шелеховки и Шимоюр. Неоднократно вид наблюдался как на охотоморском, так и на тихоокеанском побережьях острова. Кроме того, имеются более ранние сборы В. Ю. Баркалова с тихоокеанского побережья острова, но преимущественно в вегетативном состоянии.

Bromopsis pumpelliana (Scribn.) Holub. Вид широко распространен на российском Дальнем Востоке, включая ближайшую к Курильским островам южную часть п-ова Камчатка и о-в Сахалин (Пробатова, 1985). В начале XX в. с о-ва Парамушир был описан *Bromus paramushirensis* Kudo (Kudo, 1922), оставшийся неясным для российских агростологов из-за недоступности гербарных материалов (Цвелёв, 1976; Пробатова, 1985). Н. С. Пробатова считала, что этот вид, «вероятно, не принадлежит к *Bromopsis pumpelliana*» (Пробатова, 1985 : 144). Возможно, по этой причине последний не указывался ею для Курильских островов.

Изучение В. Ю. Баркаловым типа *Bromus paramushirensis* («Paramushiru, Suribashi, n° 4889, Julio 27 1920, Y. Kudo»), хранящегося в Гербарии Музея Хоккайдского университета (SAPS), показало идентичность его растениям, относимым к *Bromopsis pumpelliana* subsp. *arctica* (Shear) Tzvel. В отличие от *B. pumpelliana* s. str. у растений с Курильских островов влагалища нижних листьев, верхняя поверхность листовых пластинок и колосковые чешуи более или менее волосистые (иногда густо), а не голые.

Наши сборы подтверждают распространение *B. pumpelliana* на Курильских островах. Растения собраны на охотоморском (окрестности бывшего пос. Шелехово, задернованная песчаная дюна супралиторали, ближе к скалам, 22 VIII 2003) и тихоокеанском (окрестности бывшего пос. Подгорное, разнотравный луг на восточном склоне, 4 VIII 2001) побережьях. Популяции малочисленные, представлены разрозненными группами и даже отдельными особями. Кроме Парамушира, этот вид указывался (как *Bromus pumpellianus* Scribn. var. *arcticus* Porsild) также для о-ва Шумшу (Tatewaki, 1957).

Cimicifuga simplex (Wormsk. ex DC.) Turcz. Неоднократно отмечался нами на платообразных участках западного отрога горы Шелехова (побережье Охотского моря, окрестности бывшего пос. Шелехово, 19 и 24 VIII 2003). Популяция представлена одиночными растениями или небольшими разрозненными группами на разнотравных луговинах по южным и восточным защищенным склонам бугров. Вид широко распространен на юге Камчатки и на южных Курильских островах (Уруп, Итуруп, Кунашир, Шикотан, Полонского, Юрий, Танфильева), но для флоры о-ва Парамушир и Северных Курил в целом вид приводится нами впервые (см.: Луферов, Стародубцев, 1995).

Coeloglossum viride (L.) C. Hartm. Растения собраны нами в окрестностях бывшего пос. Подгорное, на высокой приморской террасе 21 VIII 2001. Несколько цветущих особей было найдено на сыром участке русла стекающего со склона ручейка. Для о-ва Парамушир *Coeloglossum viride* известен только по сборам японских ботаников (Tatewaki, 1957), отсутствующих в отечественных гербариях, поэтому он не показан на карте распространения (Вышин, 1996). Наши образцы подтверждают произрастание вида на этом острове.

Euphrasia maximowiczii Wettst. Вид собран нами на антропогенных участках вокруг вертолетной площадки г. Северо-Курильска (сборы 22 VIII 2001). Группы цветущих растений встречаются на свежих, слабо задернованных участках. Заносный характер популяции не вызывает сомнения. Ближайшие местонахождения этого вида указывались для южных районов Камчатки и о-ва Сахалин, а основная часть ареала расположена в материковой части Дальнего Востока (Иванина, 1991). В последнее время вид собирался В. Ю. Баркаловым на островах Матуа и Симушир, где он также является заносным и приуроченным к нарушенным местообитаниям. *Euphrasia maximowiczii* — новый вид для Курильских островов.

Ledum decumbens (Ait.) Lodd. ex Steud. До недавнего времени вид был известен с Курильских островов (Шумшу и Парамушир) только по литературным данным (Tatewaki, 1957). Циркумполярный вид, ближайшие местонахождения которого находятся на Камчатке (Хохряков, Мазуренко, 1991). Собран В. Ю. Баркаловым 25 VII 2000 на п-ове Васильева (южная часть о-ва Парамушир), где встречается небольшими зарослями в кустарничково-моховой тундре на низких террасах у оз. Пернатое. Наши сборы подтверждают произрастание *L. decumbens* на Курильских островах, но южнее о-ва Парамушир этот вид не встречался, хотя и указывался для о-ва Зеленый на Малой Курильской гряде (Черняева, 1977).

Lolium perenne L. Гербарные образцы собраны на газоне у здания администрации г. Северо-Курильска 15 VIII 2003. Несколько растений отмечены также на эродированном участке у обочины дороги и на свалке за домами. Возможно, происходит натурализация вида, высаженного как газонное растение. Для о-ва Парамушир и Курильских островов в целом *Lolium perenne* ранее не приводился (Пробатова, 1985).

Myosotis sylvatica (Ehrh.) Hoffm. Собран 22 VIII 2001 на влажном участке около вертолетной площадки г. Северо-Курильска. Растет группами, активно цветет. Под названием *M. sachalinensis* M. Pop. ранее приводился только для флоры южных Курильских островов — Итуруп и Кунашир (Старченко, 1991). Во Владивостоке (VLA) имеются более ранние сборы этого вида на о-ве Парамушир: «г. Северо-Курильск (старый город), у жилья, 28 VII 1978, В. Ю. Баркалов, В. Ф. Ерохов». По-видимому, вид культивировался на о-ве Парамушир в качестве декоративного растения и сейчас происходит его натурализация. Основная часть естественного ареала *Myosotis sylvatica* на российском Дальнем Востоке приходится на о-в Сахалин. Во VLA имеются его сборы также и со Среднего Сихотэ-Алиня (гора Водораздельная и хр. Ключевские Граниты). Вид, близкий к *M. suaveolens* Waldst. et Kit., более широко распространенному в северном полушарии, в том числе и на российском Дальнем Востоке. Отличается от последнего главным образом более редким, отстоящим опушением всего растения и более крупными плодиками, острыми на верхушке.

Orthilia secunda (L.) House. Найден нами только один раз (сборы 20 VIII 2003) на пологой нижней части северо-восточного склона вулкана Чикурачки на задерненном участке тефры вдоль опушки низкорослых (до 1.5 м) зарослей ольхового стланика. Вид считается достаточно обычным в хвойных и смешанных лесах южных Курильских островов (Уруп, Итуруп, Кунашир), о-ве Сахалин, а также в материковой части Дальнего Востока, но для Северных Курил ранее не приводился (см.: Хохряков, Мазуренко, 1991).

Papaver microcarpum DC. Собран нами 15 VIII 2000 на плоской части седловины между северо-восточным склоном вулкана Чикурачки и горы Крутой. Разрозненные особи, чаще всего мелкие дерновинки без цветущих побегов, приурочены к более или менее задернованным участкам тефры. При просмотре коллекций по макам в Гербарии VLA обнаружен более ранний сбор этого вида с северных Курил: «Парамушир, Шелехово, аэродром, 12 VIII 1964, А. Купянская». Новинка для флоры Курильских островов. Ближайшие местонахождения *P. microcarpum* находятся на Камчатке, откуда он был описан (Безделева, 1987).

Pedicularis lapponica L. На о-ве Парамушир собран В. Ю. Баркаловым 25 VIII 2000 в его южной части, на п-ове Васильева, где изредка встречается по осоково-моховым болотцам у небольших озерец. Вид с циркумполярным распространением и ближайшие его местонахождения известны на п-ове Камчатка и в северной части Сахалина (Иванина, 1991). На о-ве Парамушир расположено самое южное местонахождение *P. lapponica* на Дальнем Востоке и здесь проходит южная граница ареала вида. Новый вид для Курильских островов.

Ranunculus pallasii Schlecht. Циркумполярный вид, широко распространенный в северных районах северного полушария (Луферов, Стародубцев, 1995). Собран В. Ю. Баркаловым в южной части о-ва Парамушир на п-ове Васильева 25 VII 2000, где изредка встречается на осоково-моховых болотах по берегам небольших озерец. Ближайшие местонахождения *R. pallasii* известны на Камчатке и в северной части Сахалина. Для Курильских островов указывается нами впервые. На о-ве Парамушир проходит южная граница ареала вида на Дальнем Востоке.

Rubia jesoënsis (Miq.) Miyabe et Miyake. Собран нами 14 VIII 2001 в долине р. Тухарка (окрестности бывшего пос. Подгорное), на влажном разнотравном лугу. Популяция довольно многочисленная, жизнеспособная, разновозрастная, много цветущих побегов. Ареал вида охватывает преимущественно южные материковые районы российского Дальнего Востока, о-в Сахалин, средние и южные Курильские острова, Японию, п-ов Корея, Китай. На Камчатке пока не отмечался, но встречается на ближайшем к ней северном острове Курильской гряды — Шумшу (Петелин, 1991). Наша находка является новинкой для флоры острова, которая сокращает разрыв ареала вида на Курильских островах (южнее Парамушира вид встречается только на о-ве Симушир).

Spergula arvensis L. Собран 14 VIII 2003 на территории бывшего пос. Шелехово около построек рыбзавода. Немногочисленная группа цветущих растений приурочена к влажному участку колеи дороги. Несколько раз небольшие группы растений отмечались нами на окраине г. Северо-Курильска около огородов. Сорняк-космополит. Растения с Парамушира относятся к susp. *sativa* (Boenn.) Čelak., с семенами без сосочков на поверхности. Кроме Парамушира этот подвид встречается также на островах Итуруп, Кунашир и Шикотан, а типовой подвид только на Итурупе и Кунашире.

Ранее *Spergula arvensis* собирался как редкое растение лишь в северной части о-ва Парамушир (Баркалов, 1981). В настоящее время вид расширяет здесь свой ареал, как и в целом на Курильских островах. До 1950-х годов был известен только с о-ва Шикотан (Tatewaki, 1957).

Stellaria eschscholziana Fenzl. Впервые для Курильских островов этот вид указывался K. Miyabe (1890), со ссылкой на сборы Штеллера с о-ва Шумшу, до сих пор не повторенные. За несколько лет работы на о-ве Парамушир *S. eschscholziana* собрана 20 VIII 2003 нами только один раз. Была обнаружена небольшая группа растений в пологой нижней части северо-восточного склона вулкана Чикурачки, на задернованном участке тефры. Наши сборы подтверждают распространение *S. eschsholziana* на Курильских островах, а для флоры Парамушира вид является новым. Очень близок к *S. rucsifolia* Pall., от которого отличается главным образом опушением стеблей, листьев и чашелистиков. Иногда он рассматривается в ранге разновидности последнего — *S. ruscifolia* Pall. var. *eschscholziana* (Fenzl) Hult. (Hultén, 1928).

Taraxacum heterolepis Nakai et Koidz. ex Kitag. Заносный на Курильских островах вид, ранее указывавшийся для южных островов Итуруп и Кунашир (Цвелёв, 1992). На о-ве Парамушир неоднократно собирался В. Ю. Баркаловым в 1997 г. Им отмечены довольно большие группы особей на зарастающих галечниках и на нарушенных участках у моста через р. Матросская вблизи г. Северо-Курильска. Образцы растений хранятся в Гербарии VLA. Новый вид для флоры северных Курил.

Таким образом, исследование растительного покрова о-ва Парамушир позволило нам дополнить данные о распространении 17 видов сосудистых растений. Новыми для флоры Парамушира являются 10 видов: *Cimicifuga simplex*, *Euphrasia maximowiczii*, *Myosotis sylvatica*, *Lolium perenne*, *Orthilia secunda* , *Papaver microcarpum*, *Pedicularis lapponica*, *Ranunculus pallasii*, *Rubia jesoënsis* и *Taraxacum heterolepis*.

Для 7 видов мы приводим новые местонахождения, подтверждающие более ранние указания на их произрастание на этом острове отечественными или японскими ботаниками (*Acetosella vulgaris*, *Atriplex subcordata*, *Bromopsis pumpelliana*, *Coeloglossum viride*, *Ledum decumbens*, *Stellaria eschscholziana*) или свидетельствующие о расширении ареала на острове (*Spergula arvensis*). Новыми для флоры северных Курил оказались *Cimicifuga simplex*, *Orthilia secunda*, *Myosotis sylvatica* и *Taraxacum heterolepis.* Для флоры Курильских островов впервые приводятся *Euphrasia maximoviczii*, *Lolium perenne*, *Papaver microcarpum*, *Pedicularis lapponica*, *Ranunculus pallasii.* Следует отметить, что почти треть впервые отмеченных на острове видов являются заносными (*Acetosella vulgaris*, *Euphrasia maximowiczii*, *Myosotis sylvatica*, *Lolium perenne*, *Spergula arvensis*, *Taraxacum heterolepis*).

Благодарности

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 99-5-64556, 02-05-65196).

СИИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баркалов В. Ю. Новые и редкие виды сосудистых растений для островов Шумшу и Парамушир // Бюл. Главн. бот. сада. 1981. Вып. 120. С. 37—41.

Безделева Т. А. Сем. Маковые — *Papaveraceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1987. Т. 2. С. 37—69.

Верхолат В. П., *Гришин С. Ю.* Новое местонахождение *Ilex rugosa* (*Aquifoliaceae*) на Северных Курилах (остров Парамушир) // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 1. С. 133—135.

Воробьев Д. П. Материалы к флоре Курильских островов // Тр. ДВФ АН СССР. Сер. ботан. Т. III (V). 1956. С. 1—79.

Вышин И. Б. Сем. Ятрышниковые, или Орхидные — *Orchidaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1996. Т. 8. С. 301—339.

Иванина Л. И. Сем. Норичниковые — *Scrophulariaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1991. Т. 5. С. 287—371.

Игнатов М. С. Сем. Маревые — *Chenopodiaceae* Less. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1988. Т. 3. С. 15—37.

Луферов А. Н., *Стародубцев В. Р.* Сем. Лютиковые — (*Ranunculaceae* Juss.) // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1995. Т. 7. С. 9—145.

Петелин Д. А. Сем. Мареновые — *Rubiaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1991. Т. 5. С. 212—234.

Пробатова Н. С. Сем. Мятликовые, или Злаки — *Poaceae* Barnh. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1985. Т. 1. С. 89—382.

Растительный и животный мир Курильских островов (материалы международного Курильского проекта). Владивосток, 2002. 163 с.

Старченко В. М. Сем. Бурачниковые — *Boraginaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1991. Т. 5. С. 254—276.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока / Отв. ред. С. С. Харкевич. Л.; СПб., 1985—1996. Т. 1—8.

Хохряков А. П., *Мазуренко М. Т.* Сем. Вересковые — *Ericaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1991. Т. 5. С. 119—166.

Цвелёв Н. Н. Злаки СССР. Л., 1976. 788 с.

Цвелёв Н. Н. Сем. Гречиховые — *Polygonaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л., 1989. Т. 4. С. 25—122.

Цвелёв Н. Н. Род Одуванчик — *Taraxacum* Wigg. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1992. Т. 6. С. 356—409.

Черняева А. М. Флора острова Зеленый (Малая Курильская гряда) // Бот. журн. 1977. Т. 62. № 11. С. 1672—1682.

Hultén E. Flora of Kamtchatka and the adjacent islands // Kungl. Svenska Vet. Akad. Handl. 1928. Vol. 5. N 2. 218 p.

Kudo Y. Flora of the island Paramushir // Journ. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo. 1922. Vol. 11. N 2. P. 23—183.

Miyabe K. The flora of the Kurile Islands // Mem. Boston. Soc. Nat. Hist. 1890. Vol. 4. N 7. P. 203—275.

Tatewaki M. Geobotanical studies on the Kurile Islands // Acta Horti Gotoburg. 1957. Vol. 21. N 2. P. 43—123.

SUMMARY

New data about 17 vascular plant species of the flora of Paramushir Island (Northern Kuriles) are given. Ten species (*Cimicifuga simplex*, *Euphrasia maximowiczii*, *Myosotis sylvatica*, *Lolium perenne*, *Orthilia secunda*, *Papaver microcarpum*, *Pedicularis lapponica*, *Ranunculus pallasii*, *Rubia jesoënsis*, *Taraxacum heterolepis*) are recorded for the first time for the island; *Acetosella vulgaris*, *Atriplex subcordata*, *Bromopsis pumpelliana*, *Coeloglossum viride*, *Ledum decumbens*, *Spergula arvensis*, *Stellaria eschscholziana* are for the first time collected in herbarium, which confirm literature data on their occurrence on the island.

КОЛЛЕКЦИИ

УДК 579 : 58

© И. М. Васильева

МЕКСИКАНСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ ВИЛЬГЕЛЬМА КАРВИНСКОГО, ХРАНЯЩИЕСЯ В БОТАНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ИМ. В. Л. КОМАРОВА РАН

I. M. VASSILJEVA. WILHELM KARWINSKI'S COLLECTIONS FROM MEXICO KEPT IN THE KOMAROV BOTANICAL INSTITUTE OF RAS

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Тел. (812) 346-36-65
Факс (812) 234-45-12
E-mail; Irina@OV7539.spb.edu
Поступила 31.03.2004
Окончательный вариант получен 06.05.2004

Приведены сведения о коллекциях В. Ф. Карвинского, собранных им во время экспедиции в Мексику (1840—1843 гг.) и хранящиеся в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН. В настоящее время они включают коллекцию древесин (105 образцов), карпологическую коллекцию (18 образцов), гербарий (около 2000 листов, в том числе 15 типовых образцов).

Ключевые слова: экспедиция В. Ф. Карвинского, коллекция древесин, карпологическая коллекция, гербарий, типовые образцы, LE.

Первая половина XIX в. характеризуется в развитии естественных наук как накопительный период. Это было время активного сбора коллекций по всему Земному шару, описания новых форм живого мира. С.-Петербургская Академия наук принимала в этом процессе самое деятельное участие. Достаточно сказать, что в составе практически всех морских кругосветных экспедиций того времени был натуралист-исследователь, выполнявший задания Академии наук и доставлявший в С.-Петербург ценнейшие коллекции. Среди ботанических коллекций, собранных во время кругосветных путешествий, наиболее значимыми являются гербарные сборы Г. И. Лангсдорфа (G. H. Langsdorff) 1803—1807 гг., А. Шамиссо (A. Chamisso) и И. Эшшольца (J. Eschscholtz) 1815—1818 и 1821—1823 гг., Г. Ф. Мертенса (K. H. Mertens) 1826—1828 гг. Особо следует упомянуть вклад И. Г. Вознесенского, проведшего по заданию Академии 10 лет в Северной Америке (1839—1849 гг.) и собравшего обширные естественнонаучные коллекции на Аляске и в Калифорнии, а также Г. И. Лангсдорфа, под руководством которого в 1821—1829 гг. была совершена экспедиция в Бразилию. В результате бразильской экспедиции Лангсдорфа был не только собран обширный гербарий, но и организован Ботанический сад в Рио-де-Жанейро, ставший в 1830-х годах опорным пунктом С.-Петербургского сада. Отсюда в Императорский ботанический сад тогда поступило значительное число растений. Вот почему Сад был заинтересован в дальнейшей организации экспедиций в труднодоступные районы Земного шара.

Рис. 1. Ф. Б. Фишер (1782—1854).

Одним из малоисследованных районов в то время оставалась Мексика. Инициатором экспедиции в Мексику стал директор С.-Петербургского сада и член-корреспондент Академии наук Ф. Б. Фишер (рис. 1). На должность руководителя экспедиции был приглашен немецкий исследователь чешского происхождения Вильгельм Фридрих Карвинский (Wilhelm Friedrich Freiherr von Karwin) (Karwinsky). Он родился в 1780 г. в Венгрии в семье австрийского префекта и носил баронский титул. Свое образование Карвинский получил первоначально в академии г. Шемниц (Schemnitz) в Венгрии, а затем в Саксонской академии Фрайбурга по специальности горного инженера. Более 10 лет (1801—1814 гг.) он проработал в Испании, а затем, унаследовав в 1815 г. имение в Баварии и получив достаточные средства к существованию, стал интересоваться путешествиями в Америку. Однако первые его попытки присоединиться к экспедициям Мартиуса (K. F. Martius) и Лангсдорфа в Бразилию были неудачными. Только в 1821—1823 гг. В. Ф. Карвинскому удалось посетить Бразилию на собственные средства. В окрестностях Рио-де-Жанейро он коллекционировал гербарий и редкие живые растения, которые отправлял в европейские музеи и научные общества.

Зарекомендовав себя как опытный путешественник и грамотный коллекционер, Карвинский получил приглашение от Ботанического института в Монако отправиться в экспедицию в Мексику, где провел около 5 лет (1827—1832 гг.), собирая в окрестностях г. Оахака живые растения (главным образом кактусы) и гербарий. Частично эта экспедиция финансировалась также Германо-американским горнорудным обществом. Многие из кактусов, найденные Карвинским в Мексике, были позднее интродуцированы в ботанические сады Европы, а бóльшая часть гербария и спиртовые коллекции (около 2000 образцов) попали в Мюнхенский ботанический сад. Кроме того, 194 мексиканских растения были приобретены музеем Вены. Мартиус упоминает также о коллекции из 40 видов кактусов, полученных им от Карвинского в 1828 г. из Оахака (Martius, 1840). Спустя несколько месяцев после возвращения Карвинского из Мексики в 1832 г. Цуккарини (Zuccarini) начал публиковать в журнале «Flora» список растений, привезенных из экспедиции. Заручившись рекомендациями в С.-Петербургскую Академию наук, в том числе от баварского художника М. Ругендаса (M. Rugendas), участника бразильской экспедиции Лангсдорфа, Карвинский в возрасте 60 лет прибыл в Петербург (Барабанов, 1974).

Планы С.-Петербургской Академии наук при организации экспедиции в Мексику подчинялись как практическим, так и научным интересам. Директором Петербургского сада Ф. Б. Фишером совместно с другими учеными были тщательно разработаны инструкция и «Проспект научного путешествия г-на Карвинского в Мексику», который разослали всем заинтересованным лицам и учреждениям в России. В проспекте отмечалось, что одной из главных целей отправки в Мексику человека, «способного исследовать все, что представляет собой эта страна в отношении богатств, еще неизвестных ученому миру или же мало распространенных в Европе»,[1] является стремление содействовать развитию ботаники и садоводства в России. При этом говорилось о наиболее привлекательных для России растениях в Мексике, которые частично могли бы культивироваться в открытом грунте. В частности, упоминалось, что Мексика является родиной «георгинов, элегантных лиан, блестящих лобелий, туберозы, орхидей, величественных агав и причудливых кактусов, гигантских хвойных деревьев, магнолий».[2]

В этом документе также отмечалось, что все коллекции, собранные в экспедиции, будут принадлежать России, а именно научным учреждениям и лицам, принимающим материальное участие в проекте. Для поддержания проекта были выпущены акции по 600 рублей серебром. Все, кто желал приобрести их, должны были оплатить акции в течение 4 лет. В числе держателей акций были Императорский С.-Петербургский ботанический сад, Ботанический, Зоологический, Минералогический, Этнографический музеи Академии наук, Штаб Корпуса горных инженеров, Московская и Виленская медико-хирургические академии, Казанский университет. Экспедицию поддержали также члены императорской фамилии: супруга Николая I Александра Федоровна, их сын будущий император Александр II, дочь Мария Николаевна с супругом — герцогом Максимилианом Лейхтенбергским и племянник императора принц Петр Георгиевич Ольденбургский.[2'] Все эти люди в свое время прославили Россию. Достаточно сказать, что М. Лейхтенбергский в разное время являлся президентом Академии Художеств, директором Горного института, членом-корреспондентом С.-Петербургской Академии наук. Чрезвычайно образованным был и принц Ольденбургский, имевший юридическое образование и профессионально писавший стихи и музыку. Они были также широко известны в качестве благотворителей различных начинаний в России и охотно присоединились к акционерам.

Для путешественника был составлен предварительный маршрут экспедиции, рассчитанной на 4 года (1840—1843 гг.). Карвинский должен был прибыть сначала в Нью-Йорк, оттуда отправиться в Новый Орлеан, объехав Техас, достигнуть северо-востока Мексики, а затем пересечь ее и всю Центральную Америку, добравшись до Панамы. Оттуда он должен был, продвигаясь на север вдоль западного побережья, достигнуть колонии Росс, откуда с судном Российско-Американской компании вернуться в С.-Петербург. В результате столь длительного путешествия Академия рассчитывала получить «собрания живых растений, в особенности лилейных и семейства орхидей, кактусов и других суккулентов, растений с луковичными и клубнелуковичными корнями; семена мексиканских растений, отличающихся быстрой всхожестью, лекарственных трав и декоративных растений; гербарий, образцы древесин, предметы ручной работы, прежде всего сделанные из растительности; зоологические коллекции, в основном птиц и насекомых; образцы минералов и, наконец, этнографические и археологические экспонаты».[3]

Комиссия, созданная в Академии наук для рассмотрения этого проекта, одобрила план экспедиции. Академики, вошедшие в ее состав, высказали дополнительные пожелания. Так, ботаники К. А. Триниус и К. А. Мейер предполагали, что кроме гербария необходимо собрать плоды и образцы древесин. Зоолог Ф. Ф. Брандт советовал обратить внимание на амфибий, рыб, раковины, бескрылых насекомых, моллюсков и чучела млекопитающих. К. М. Бэр отметил важность сбора этнографических материалов. Штаб Корпуса горных инженеров просил собрать в Мексике образцы серебряных, золотых и оловянных руд. Московская Медико-хирургическая академия кроме лекарственных растений и семян желала получить также коллекцию позвоночных и беспозвоночных животных. Кроме научного интереса экспедиция имела и чисто практические задания. Карвинскому было поручено привезти образцы тканей, привозимых в Мексику, и выяснить насколько конкурентоспособны могут быть русские ткани на мексиканском рынке. Для этих целей ему выделялась 1000 рублей (Лукин, 1966).

---

[1] РГИА. Ф. 18. Оп. 2. Д. 1017. Л. 4.

[2] Там же.

[2'] РГИА. Ф. 472. Оп. 17 (101/938). Д. 317. Л. 1.

[3] РГИА. Ф. 18. Оп. 2. Д. 1017. Л. 4.

Получив все задания и рекомендации, а также соответствующее снаряжение, Карвинский тронулся в путь. В октябре 1840 г. путешественник сел в Гавре на парусник «Норвегия», водоизмещением 700 т, имевшем на борту 115 пассажиров и различные грузы. Однако уже в районе Багамских островов парусник потерпел крушение, наткнувшись на рифы. Так как на судне имелась лишь одна спасательная шлюпка на 15—20 человек, то из трюма при крушении смогли взять лишь продовольствие. Все снаряжение экспедиции осталось на затонувшем судне. Карвинский вынужден был изменить маршрут экспедиции. На попутной шхуне «Генри Ли» он за 8 дней добрался до Флориды, откуда после нескольких экскурсий по окрестностям порта Апалачикола отплыл в Гавану. На Кубе путешественник занимался изучением культуры табака и его производства, исследовал животный мир моря, собирал ботанические коллекции. Оттуда он регулярно посылал отчеты о своей работе в С.-Петербургскую Академию, а в декабре 1840 г. отправил первую посылку с кубинскими сборами. В посылке, кроме всего прочего, содержались семена растений, собранных в окрестностях Гаваны, в том числе табака. За ней последовали следующие посылки в С.-Петербург с ботаническими, зоологическими и археологическими коллекциями. Неудачи продолжали преследовать экспедицию и в дальнейшем. Так, все живые растения, собранные на Кубе и посланные Карвинским в Россию, погибли во время очередного кораблекрушения. Как следует из записки Ф. Б. Фишера, представленной Академии, только «весьма любопытные травники и семена уже после были получены от него благополучно на другом корабле».[4] До весны 1841 г. путешественник надеялся, что пропавшее вместе с кораблем снаряжение будет поднято со дна океана спасателями. Когда стало ясно, что надеждам не суждено сбыться, Карвинский отплыл из Гаваны в Веракрус на испанской шхуне «Вильянуэва» (Лукин, 1966).

В Веракрусе он представился местным властям, получил заверения в поддержке экспедиции, а спустя несколько дней двинулся по намеченному маршруту. Многие образцы собраны В. Ф. Карвинским в восточных районах Мексики в долине к северу от Веракруса, где до него уже побывали некоторые коллекторы, или в долине и горах Тамаулипас, где ранее практически никто не коллекционировал. Около месяца Карвинский провел в окрестностях Колипы. Здесь он собирал гербарий и коллекцию древесин. Двигаясь дальше на север, он достиг Тампико и Кордовы, все время пополняя свои коллекции (рис. 2). Уже в марте 1841 г. из доклада Ф. Б. Фишера следует, что летом этого года ожидается присылка первых мексиканских сборов. Однако при дальнейшем продвижении на север путешественник столкнулся с трудностями, вызванными как собственным нездоровьем, так и напряженной внутриполитической обстановкой в Мексике. На границе с Техасом на экспедицию напали индейцы, враждующие с европейцами. Но, несмотря на все трудности, уже весной 1842 г. С.-Петербургская Академия наук получила три боль-

---

[4] СПб. О ААН Ф. 1. Оп. 2—1842. № 19. § 130. Л. 3 об.—4.

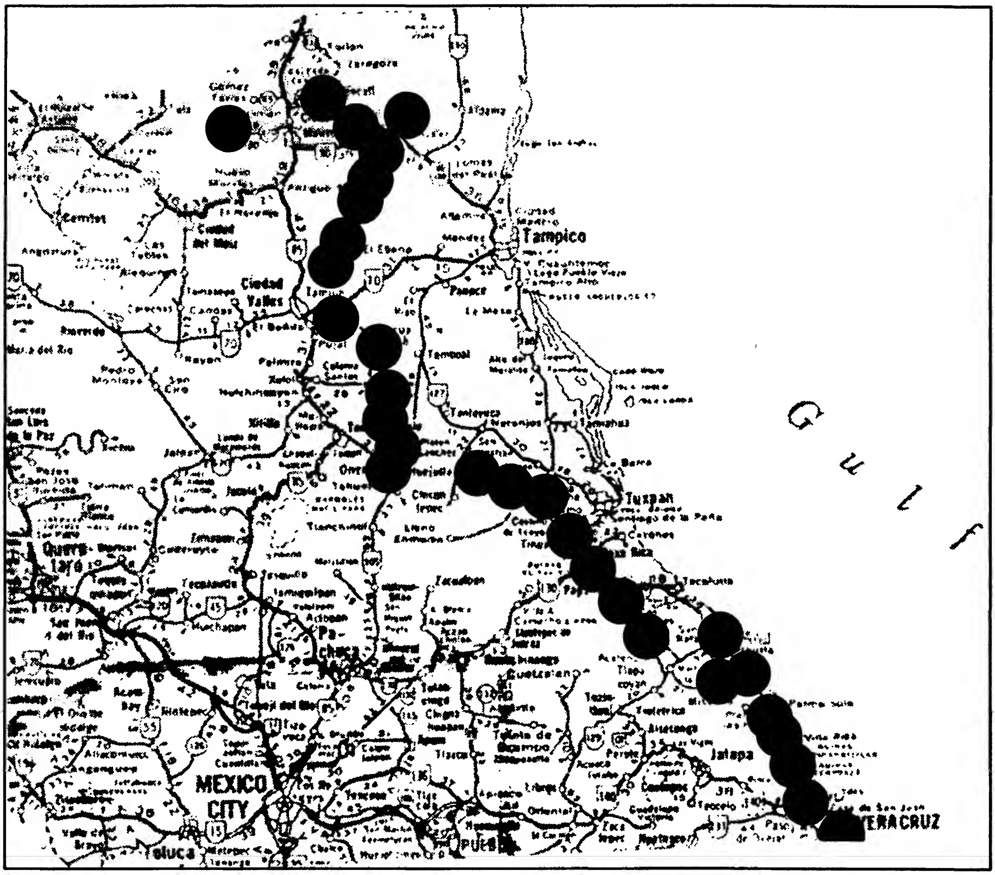


Рис. 2. Маршрут путешествия В. Ф. Карвинского в 1841 г.

ших транспорта с семенами, гербарными коллекциями и некоторыми живыми растениями, а также с зоологическими и археологическими предметами. Фишер отмечает при этом, что часть живых растений пострадала из-за позднего прибытия в Кронштадтскую гавань. Есть предположения, что часть посланных Карвинским материалов из Мексики не достигла Петербурга из-за очередного кораблекрушения (Липский, 1913). Однако и те материалы, что дошли до Петербурга, оказались бесценными. Ф. Б. Фишер писал, получив очередную посылку с семенами и живыми растениями, что «коллекция особо важна и драгоценна в отношении к кактусовым растениям, из коих некоторые отличаются красотою цветов и превосходством фруктов. Особенно некоторый род опунция (также заслуживают внимания, между прочим, Agave, Jucca, Dasilirion...)».[5]

Закончив экспедиционный маршрут осенью 1843 г., путешественник вместе со всеми своими оставшимися коллекциями погрузился на русское судно и отправился в обратный путь (рис. 3). В конце 1843 г. он благополучно достиг Кронштадта. Из всего собранного Карвинским в Мексике материала наиболее полно оказались представлены ботанические коллекции (Траутфеттер, 1873). Это более

---

[5] РГИА. Ф. 733. Оп. 87. Д. 385. Л. 88.

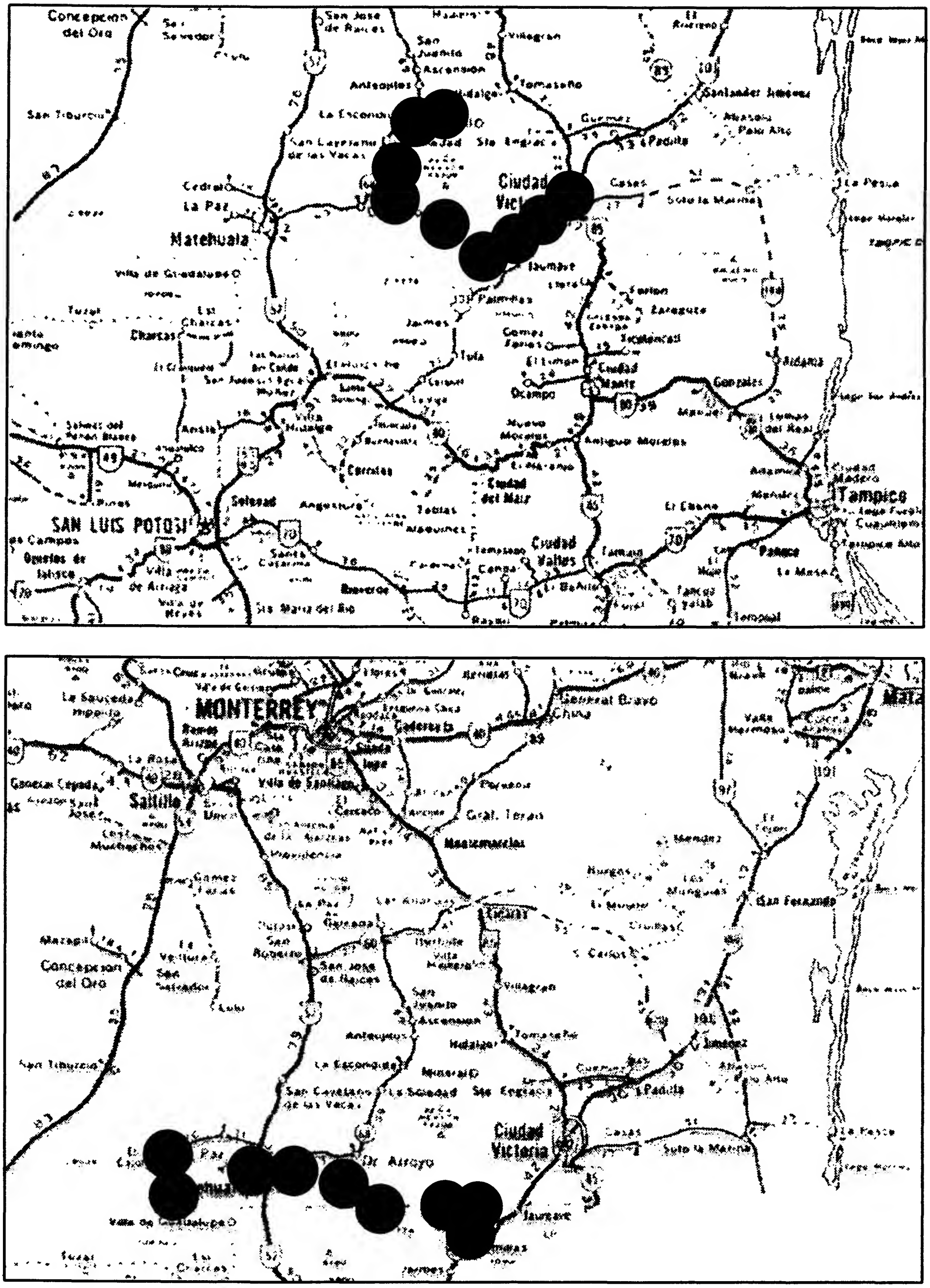


Рис. 3. Маршрут путешествия В. Ф. Карвинского в 1842—1843 гг.

2000 гербарных образцов, более 100 образцов древесин, карпологическая коллекция, огромное количество семян и, конечно, живые растения, со многими из которых европейцы познакомились впервые. Среди них больше всего было кактусов. Причем около 50 новых родов и видов были впервые открыты и описаны самим Карвинским. Это кактусы *Pereskia pititache* Karw., *Deamia testudo* (Karw.) Britt. et Rose, *Dolichothele melaleuca* (Karw.) Kraig, *Copiapoa coquimbana* (Karw.) Britt. et Rose, *Haseltonia columna-trajani* (Karw.) Backeb., а также 6 видов рода *Cereus*, 5 видов *Echinocactus*, 5 видов *Opuntia*. Кроме того, Карвинский описал 9 новых видов рода *Agave*, 5 видов *Yucca*, 3 вида *Zamia* и некоторые другие растения. Но наиболее замечательными были находки таких кактусов, как *Leuchtenbergia principis* Hook., названного так в честь принца Максимилиана Лейхтенбергского, принявшего участие в финансировании экспедиции, *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lem.) K. Schum., вероятнее всего названного по имени графа Виктора Павловича Кочубея, в ведении которого находился Петербургский Ботанический сад, и *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. Из этих трех замечательных находок известна судьба двух последних. Карвинский привез из Мексики 3 экземпляра *Ariocarpus kotschoubeyanus*, назвав его *Cactus kotschoubeyi*. Один из них попал в С.-Петербургский ботанический сад, второй был подарен семье В. П. Кочубея, а третий был продан в Париж за 1000 франков, где его описал в 1842 г. Лемер (C. Lemaire) под названием *Anhalonium kotschoubeyanum* Lem. (Lemaire, 1842). К сожалению, неизвестно как долго существовал Ариокарпус Кочубея в Императорском ботаническом саду. Известно лишь, что другая редкость — *Astrophytum asterias*, доставленный Карвинским в С.-Петербургский сад и названный им *Cactus asterius*, прожил здесь недолго. Сказалось отсутствие опыта по выращиванию кактусов в Петербурге.

Значительная коллекция животных объектов пополнила также Зоологический музей, в Музей Горного института поступили образцы серебряных руд, привезенные Карвинским. Директор Ботанического сада К. Мейер, сменивший Ф. Б. Фишера, писал в 1851 г., что необходимо «обратить внимание на богатые и драгоценные сии собрания, по обширности коих можно судить о неутомимой деятельности сего известного путешественника, а равно и многосложных трудах ботаников Императорского С.-Петербургского ботанического сада, которые сверх постоянных занятий по саду принуждены были посвятить все свободное время в течение восьми лет на окончание, разделение и нумеровку сих огромных травников, древесных образцов, карпологических собраний и проч. на все число гг. акционеров».[6]

Карвинский оправдал надежды Петербургской Академии наук и Императорского ботанического сада. Имя его увековечено в названии рода *Karwinskia* Zucc. из сем. *Rhamnaceae* и большого числа видов, в том числе *Nopalea karwinskiana* (Salm-Dyck) K. Schum., *Mammillaria karwinskiana* Mart., *Echinocactus karwinskii* Zucc. ex Pfeiff., *Echinofossulocactus karwinskianus* Lawrence, *Agave karwinskii* Zucc. и др.

Прошло 160 лет после окончания экспедиции Вильгельма Фридриха Карвинского в Мексику. За это время Императорский С.-Петербургский сад многократно менял свое название, переходя из одного ведомства в другое, а в 1931 г. он вошел в состав Ботанического института. Войны, революции, годы хозяйственной разрухи не способствовали сохранности коллекций, доставленных Карвинским. Трудно предположить, что до нашего времени сохранились живые растения, привезенные путешественником из Мексики. Однако в архиве Ботанического института хранится Каталог высеянных в Императорском саду семян 1843 г.,[6'] где в общем списке под № 8092—8481 приведено 389 образцов, собранных Карвинским с указанием пунктов их сбора. Это представители различных семейств цветковых растений: бобовые, сложноцветные, аноновые, бигнониевые, розоцветные, лютиковые, тыквенные, пасленовые, кипарисовые, мальвовые, вьюнковые, губоцветные, мимозовые и многие другие. Из них почти половина сборов (155 образцов) приходится на семейство Кактусовые (139 образцов) и другие суккулентные семейства (всего — 16 образцов). Первые три строки в списке Кактусовых занимают *Cactus asterius*, *C. kotschoubeyi* и *C. leuchtenbergii*. Кроме того, в списке значатся еще 4 рода, 51 вид и 89 неопределенных образцов кактусов. Это 19 видов и 9 образцов рода *Cereus*, 13 видов и 20 образцов *Echinocactus*, 8 видов и 5 образцов *Mammillaria*, 8 видов и 54 образца *Opuntia*. Здесь также приведены 4 вида рода *Yucca* (сем. *Liliaceae*), 1 вид *Sedum* (сем. *Crassulaceae*), 2 вида *Euphorbia* (сем. *Euphorbiaceae*), 8 видов *Agave* (сем. *Agavaceae*), 1 вид *Asphodelus* (сем. *Asphodelaceae*). К сожалению, в этом списке нет отметки о всхожести высеянных семян и о дальнейшей судьбе сеянцев. Однако, несомненно, какое-то количество живых растений, содержавшихся в XIX в. в оранжереях и открытом грунте С.-Петербургского сада, было выращено из семян, доставленных Карвинским из Мексики.

---

[6] РГИА. Ф. 733. Оп. 87. Д. 385. Л. 104—105.

Большой интерес представляет также коллекция древесин, собранная Карвинским в Мексике в 1841 г. Сейчас невозможно установить, какое количество образцов древесин собрал путешественник. К настоящему времени в Ботаническом музее БИН РАН сохранилось 105 образцов. Они представляют собой небольшие обрубки разной длины, часто распиленные вдоль с наклеенными на них бумажными этикетками. Некоторые образцы отполированы, другие сохранили кору. Все они выделены в отдельную коллекцию и занесены в картотеку древесин Музея. Помимо этих образцов в картотеке числятся еще 19, которые найти в настоящее время не удалось. Это 2 вида рода *Opuntia* (*Cactaceae*), *Eugenia pimenta* (*Myrtaceae*), *Bambusa* sp. (*Poaceae*), *Sabal* sp. (*Arecaceae*), *Dasylirion longiflorum* (*Dracaenaceae*), *Smilax officinale* (*Smilacaceae*), *Quercus* sp. (*Fagaceae*), *Acacia* sp. (*Fabaceae*), *Bauhinia* sp. (*Fabaceae*), *Trema lamarkianum* (*Ulmaceae*), *Castellea elastica* Cerv. (*Moraceae*), *Alophyllus edulis* (St. Hill) и *Sapindus inaequalis* (*Sapindaceae*) и некоторые другие. Можно предположить, что они входят в число 25 образцов из коллекции Карвинского, не имеющих сейчас рукописных этикеток или имеющих лишь полевые металлические этикетки с номерами, обозначенными римскими цифрами. Иногда на таких безымянных образцах приводится также место сбора. Все остальные образцы определены до вида или до рода самим Карвинским или последующими исследователями и имеют также на этикетке кроме латинского названия местное название и место сбора. На чаще всего на этикетках встречается лишь надпись «Karwinsky, Mexico, 1841». Образцы древесин принадлежат представителям 27 семейств цветковых растений, относящихся к 40 родам и 45 видам (табл. 1). Кроме того, 11 таксонов определены только до семейства или до рода.

В Ботаническом музее Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН хранится также карпологическая коллекция, собранная Карвинским в Мексике. В настоящее время она представлена только сухими плодами. Известно, что Карвинский присылал в Петербург и зафиксированные в спирте плоды, которые, по-видимому, не сохранились. Можно предположить, что изначально коллекция включала гораздо большее число образцов. К сожалению, в годы Великой Отечественной войны и блокады Ленинграда значительная часть карпологической коллекции

[6'] Архив БИН. Ф. 273. Оп. 19. Д. 378.

ТАБЛИЦА 1

Образцы древесин, собранные В. Ф. Карвинским

Семейство	Образцы
Acanthaceae	*Graptophyllum pictum* (L.) Griff.
Annonaceae	*Annona reticulata* Mart.
Bignoniaceae	*Crescentia acuminata* H. B. K.
Burseraceae	*Bursera* sp.
Cochleispermaceae	*Cochleispermum vitifolium* (Willd.) Spreng.
Dilleniaceae	*Curatella americana* L.
Euphorbiaceae	*Pedilanthus tithimaloides* (L.) Poit.
	Euphorbiaceae sp.
Fagaceae	*Inga* sp.
	Nothofagus sp.
	Pterocarpus officinalis Jacq.
	Quercus virginiana Mill.
Flacourtiaceae	*Casearla guianensis* (Aubl.) Urban
Guttiferae	*Guttiferae* sp.
Hernandiaceae	*Hernandia guianensis* Aubl.
Lauraceae	*Beilschmidtia pendula* Benth. et Hook. f.
	Persea gratissima Gaertn.
Magnoliaceae	*Drymis winteri* Forst.
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia* H. B. K.
Mimosaceae	*Parkia microcephala* Kleinh.
	P. nitida Miq.
	Sophora secundiflora (Cav.) DC.
Moraceae	*Brosimum alicastrum* Sw.
	B. aubletii Poepp. et Endl.
	(=*B. guianense* (Aubl.) Huber)
	Ficus guianeensis Stapf.
	Ficus sp.
Myrsinaceae	*Ardisia amplifolia* Standl.
	A. compressa H. B. K.
Myrtaceae	*Pimenta dioica* Murr.
	Myrtaceae sp.
Piperaceae	*Piper calvescens* Trel.
Rosaceae	*Licania platypus* Fritsch
Rubiaceae	*Alibertia edulis* A. Rich.
	Exostemma caribaeum Roem et Schult.
	Gardenia densa DC.
	Psychotria revoluta DC.
Rutaceae	*Fagaria acutifolia* Engl.
Sapotaceae	*Achras chicle* Pitt.
	A. sapota L.
Simarubaceae	*Quassia amara* L.
Solanaceae	*Datura arborea* L.
	Jatropha sp.
Verbenaceae	*Verbenaceae* sp.
Zygophyllaceae	*Tribulus maximus* L.

ТАБЛИЦА 2

Образцы плодов, собранные В. Ф. Карвинским

Семейство	Образцы	Семейство	Образцы
Agavaceae	*Agave laetevirens* hort.	*Asteraceae*	*Bidens connata* Muhl.
	A. polyanthoides Schiede ex Sclecht.	*Bignoniaceae*	*Bignonia salicifolia* Hamilt.
	Agave sp.	*Bromeliaceae*	*Aechmea* sp.
Araliaceae	*Aralia* sp.	*Cactaceae*	*Astrophytum myriostigma* Lem.
Arecaceae	*Chamaedorea* sp.		*Cereus lanuginosus* Haw.
Asclepiadaceae	*Asclepias angulosa* Regel		*Echinocactus* sp.
	Asclepias mucronata Thunb.	*Convolvulaceae*	*Ipomaea* sp.
	Asclepias sp.	*Cucurbitaceae*	*Cucurbita tuberculosa* Schrad.
		Fagaceae	*Pterocarpus officinalis* Jacq.
		Scrophulariaceae	*Gerardia* sp.

Музея была утрачена из-за неудовлетворительных условий хранения. Сейчас достоверно можно говорить лишь о 18 образцах из сборов Карвинского, которые имеют этикетку с фамилией коллектора и местом сбора. Кроме того, 2 образца, не имеющие на этикетке фамилии коллектора, судя по месту сбора и некоторым косвенным признакам, можно также считать сборами Карвинского. По всей вероятности этикетки, которыми в настоящее время снабжены образцы, помещенные в стеклянные сосуды, более позднего происхождения и не принадлежат руке Карвинского. Образцы плодов относятся к 12 семействам цветковых растений, 14 родам и 14 видам, а также включают 6 образцов, определенных только до рода (табл. 2).

Самая большая и самая малоизученная часть коллекций Карвинского представлена гербарием, который включает более 2000 листов. Первым ботаником, частично определившим гербарные сборы Карвинского и распределившим их в 1851 г. в 6 разных учреждений, был Ф. И. Рупрехт. Это следующие учреждения: Императорский ботанический сад, Ботанический музей Императорской Академии наук, Музей школы лесоводства С.-Петербурга, Московский, Казанский и Гельсингфорский университеты. При этом в петербургском Ботаническом саду остались гербарные экземпляры с рукописными этикетками Карвинского, на которых имеются дата сбора и фамилия коллектора, а также приведены некоторые сведения о собранном образце. В остальные учреждения попал дублетный материал большей частью без имени коллектора и даты. В дальнейшем при объединении Ботанического сада и Ботанического музея в Ботанический институт гербарная коллекция Карвинского из этих двух учреждений была слита и инсерирована в фонды Общего сектора Гербария. К сожалению, монографы, работавшие с мексиканской флорой, редко цитируют гербарные образцы из сборов Карвинского, хотя они содержат значительное число типовых материалов. Многие таксоны мексиканской флоры были описаны именно по этим сборам. В настоящее время в типовом гербарии Общего сектора Гербария БИН выделено всего 19 типовых образцов, собранных Карвинским в Мексике. Перед нами не стояла задача проверить правильность указания категории типов, приводимых авторами, выделившими их, а также установить фамилии самих авторов. Мы лишь приводим список типовых образцов в соответствии с заметками, имеющимися на гербарных листах. Эти образцы следующие:

1. *Anthurium karwinskyi* Schott (*Araceae*). Lectotypus, isolectotypus — 1 лист: «Mexico, Colipa, Karwinsky». (=*Anthurium pentaphyllum* (Aubl.) G. Don. var. *bombicifolium* (Schott) Madieson)
2. *Aspidosperma megalicarpon* Muell.-Arg. (*Apocynaceae*). Holotypus, isotypi — 5 листов.: «Mexico, Colipa, 1841—42, N 1348, Karwinsky».

3. *Begonia karwinskyana* A. DC. (*Begoniaceae*). Spec. authenticum — 1 лист: «Iter Mexicanum, Izcatlan, ad fonts et rupes, 1841—42, N 1373, Karwinsky» (рис. 4).

4. *Bouvardia karwinskyi* Standl. (*Rubiaceae*). Holotypus.: «Mexico, Santiaguillo, Oct. 1842, N 312, Karwinsky»; paratypi — 2 листа: «Mexico, July, 1842, N 3128, Karwinsky; Mexico, Haciedade Santiaguillo, Aug. 1842, Karwinsky».

5. *Guadua aculeata* Rupr. ex Fourn. (*Poaceae*). Holotypus: «Mexico, Colipa, 1841, N 944, Karwinsky». (= *Bambusa guadua* Humb. et Bonpl. ssp. *guadua*)

6. *Guadua inermis* Rupr. ex Fourn. (*Poaceae*). Holotypus: «Mexico, 1841, 1842, N 946 b, Karwinsky». (= *Bambusa guadua* Humb. et Bonpl. subspec. *guadua*)

7. *Heliotropium karwinskyi* J. M. Johnst. (*Boraginaceae*). Holotypus: «Mexico, Coimbre de Santiaguillo, Dec. 1841, N 646, Karwinsky».

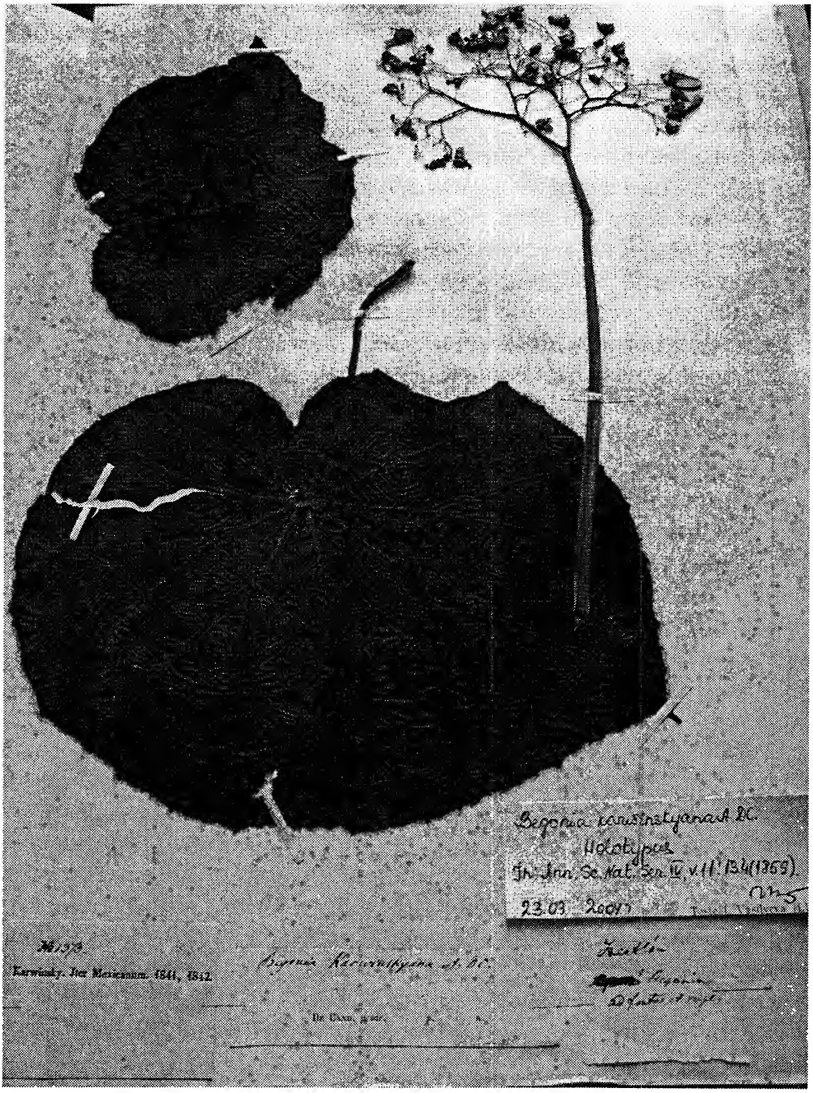

Begonia karwinskyana A. DC.
Holotypus
In Ann. Sc. Nat. Ser. IV, v. 11: 134 (1859).
23.03 2007
№ 1373.
Karwinsky. Iter Mexicanum. 1841, 1842.
Begonia Karwinskyana A. DC.

Рис. 4. Голотип *Begonia karwinskyana* A. DC. (LE).

8. *Jpomoea* sp. nov. (*Convolvulaceae*). Spec. authenticum — 1 лист: «Al Rancho de las Piedras al Rancho del Limon, Karwinsky».

9. *Jacquinia schiedeana* Mez (*Theophrastaceae*). Spec. authenticum — 1 лист: «Mexico, 1841—1842, N 451, Karwinsky».

10. *Monstera karwinskyi* Schott (*Araceae*). Holotypus: «Mexico, 1841—42, N 838, Karwinsky». (= *Monstera acuminata* C. Koch)

11. *Persea* sp. nov. (*Lauraceae*). Spec. authenticum — 1 лист:«Mexico, ex Apalachicola (Florida), XI. 1840, N IX, Karwinsky». (= *Nectandra coriacea* (Sw.) Gris.)

12. *Sabal mexicana* C. Mart. (*Arecaceae*). Spec. authenticum — 1 лист: «Mexico, Tehuantepec, Oaxaca, near the shore of the Pacific Ocean, Karwinsky».

13. *Tillandsia karwinskyana* Schult. (*Bromeliaceae*). Holotypus: «Mexico, la Escondida, VIII. 1842, Karwinsky».

14. *Vanquelinia karwinskyi* Maxim. (*Rosaceae*). Spec. authenticum — 1 лист.

15. *Zamia loddigesii* Miq. var. *longifolia* Schuster (*Zamiaceae*). Lectotypus, isolectotypus — 1 лист: «Mexico, Colipa, 1841, 1842, N 1029, Karwinsky»; syntypi — 4 листа: «Mexico, Colipa, 1841, 1842, N 1029 b, Karwinsky».

Из специальных обработок, посвященных остальным таксономическим группам, сделанных на основе гербария Карвинского, известна лишь работа Фурнье (Fournier, 1886), по злакам. В ней приведено около 100 гербарных образцов из сборов Карвинского.

Большая часть гербария была собрана Карвинским в 1841—1842 гг. в долине севернее Веракруса (Veracrus) до гор Тамаулипас (Tamaulipas) между Викторией (Victoria) и Микиуана (Miquihuana). Некоторые указания Карвинского на местонахождение образца, приведенные на этикетках, трудно поддаются расшифровке. Вероятнее всего, Карвинский практиковал упаковку образцов, собранных в одном месте или в нескольких рядом расположенных местах, в одну связку, нумеруя ее и снабжая общей для всех образцов этикеткой. Сохранилось 36 таких вырезанных с упаковки связок этикеток, сделанных Карвинским. Если учесть, что связки нумеровались в хронологическом порядке, то можно представить достаточно полную картину маршрута путешественника. Дополнительную информацию дают также этикетки с отдельных гербарных образцов. Вероятно, связки I—X включали растения, собранные между Папантла (Papantla) и Уэхутла (Huejutla) и рядом с Уэхутла летом 1841 г. Связки 1—10 содержали растения, собранные около Уэхутла в октябре 1841 г. и по пути в Оркаситас (Horcasitas), откуда Карвинский вернулся в декабре того же года. Иногда надписи на связках содержали дополнительную информацию, например: «IX. Huichilingo 9 Leguas de Huejutla»; «N I. Huejutla a fine octobri 1841 ueque ad 5 Nov-re». Другие связки, очевидно, включали растения, собранные в разных точках «N 1. Plantae lectae in proximitate oppido San Miguel de Auguayo (nunc Victoria) in montibus Sierra Madre et in planitie mens. Junii et Jul. 1842». Наконец, некоторые связки имели отношение только к какому-то отдельному участку длинного путешествия: «N 4. Plantae lectae in itinere a Huejutla ad Horcasitas. De San Vicente al Tamuin ad marginibus flum. Panuco 14 leguas in una die pereundas per desertum sine gentes nec agua» (McVaugh, 1980). К сожалению, не сохранилось каких-либо оберток со связок с гербарием, собранным в 1843 г. Но обычно, как и в 1842 г., каждый образец 1843 г. снабжен маленькой полевой этикеткой. Они написаны в основном на латыни, иногда на испанском или на немецком языке. Такие этикетки обычно содержат краткие сведения о местонахождении и месяце и годе сбора (на более поздних этикетках часть этой информации упущена). Часто на этикетке дается описание цветков или других частей собранного образца. Иногда также приводится народное название или народное использование растения, а в некоторых случаях латинское название.

Гербарные образцы не имеют сквозной нумерации коллектора. Иногда он нумеровал ряд растений, собранных в одном месте, или виды одного рода. При разборке гербария в Петербурге, вероятно Рупрехтом, ему были даны новые номера. Они расположены в систематическом порядке и начинаются с сем. *Ranunculaceae* (*Clematis*), а заканчиваются несосудистыми *Cryptogams*. Согласно указаниям Рупрехта, гербарий, предназначенный для Императорского Ботанического сада, включал 2171 номер. Рукописный список, составленный им самим и хранящийся в Общем секторе Гербария БИН (LE), содержит 1136 номеров (включая 1096 из Мексики, 26 из Гаваны, 11 из Флориды и 3 с Багамских островов), которые, по-видимому, имели этикетки с предварительным определением образцов самим Карвинским. Кроме того, вероятно позднее, в этот список включено еще 173 номера — образцы, не имевшие определения Карвинского, часть из которых была определена другими специалистами. В общей сложности список состоит из 1509 номеров (рис. 5).

Следует отметить, что если среди живых растений, доставленных из Мексики Карвинским, преобладали кактусы, то среди гербарных сборов их очень немного. Вероятно, это определялось сложностью гербаризации сочных представителей сем. *Cactaceae*. Нам известен лишь 41 гербарный образец кактусов, собранных Карвинским: *Ancistrocarpus uncinatus* (Galeotti) L. Benson (1 лист), *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lem.) K. Schum. (1), *A. retusus* Scheidw. (1), *Austrocylindropuntia imbricata* (2), *Cereus pentagonus* (1), *Cereus* sp. (2), *Coryphantha* sp. (1), *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto (2), *Echinocereus* sp. (4), *Epiphyllum oxypetalum* (DC.) Haw. (1), *Ferocactus echidne* (P. DC.) Britt. et Rose (2), *F. hamatocanthus* (Muehlenpf.) Britt. et Rose (4), *Mammillaria prolifera* (Mill.) Haw. (2), *Opuntia grandiflora* Engl. (1), *O. imbricata* (Haw.) DC. (2), *O. leptocaulis* DC. (3), *Opuntia* sp. (2), *Rhipsalis baccifera* (Mill.) Stearn (2), *Rhipsalis* sp. (1), *Rhodocactus zinniaeflorus* (DC.) Knuth. (1), *Selenicereus pteranthus* (Link et Otto) Britt et Rose (1), *Stenocactus* sp. (1), *Thelocactus* sp. (1). Кроме того, имеется также 2 неопределенных до рода образца кактусов, один из которых представлен цветком, а другой сеянцем. Нужно отметить, что почти все образцы снабжены рукописными этикетками коллектора, которые кроме места и даты сбора содержат краткие сведения о размерах и окраске цветков, времени их цветения, а также о размерах, форме, цвете и числе колючек в ареолах. Иногда на этикетках приводятся и другие данные. Так, например, Карвинский считал, что хорошо известный сейчас эпифитный кактус *Epiphyllum* паразитирует на мексиканской пальме *Coripha umbraculifera* («Parasitta super palmas»).

В 2003 г. исполнилось 160 лет со времени окончания экспедиции В. Ф. Карвинского в Мексику. И хотя экспедицию часто преследовали неудачи, начиная с первого кораблекрушения по пути в Мексику и кончая пропажей части коллекций на обратном пути, Карвинский с честью выполнил возложенные на него Петербургской Академий наук задачи. Он оправдал надежды и Императорского Ботанического сада, доставив огромные ботанические коллекции. Благодаря этой экспедиции наши знания о биологическом разнообразии растительного мира такой далекой тогда Мексики значительно расширились. Это особенно важно в современную эпоху, когда повсеместно происходит сокращение территорий, благоприятных для произрастания тех или иных видов растений. Сокращается и биоразнообразие на нашей планете. Особенно это касается представителей семейства кактусовых, которые подвергаются уничтожению не только из-за сокращения естественных био-

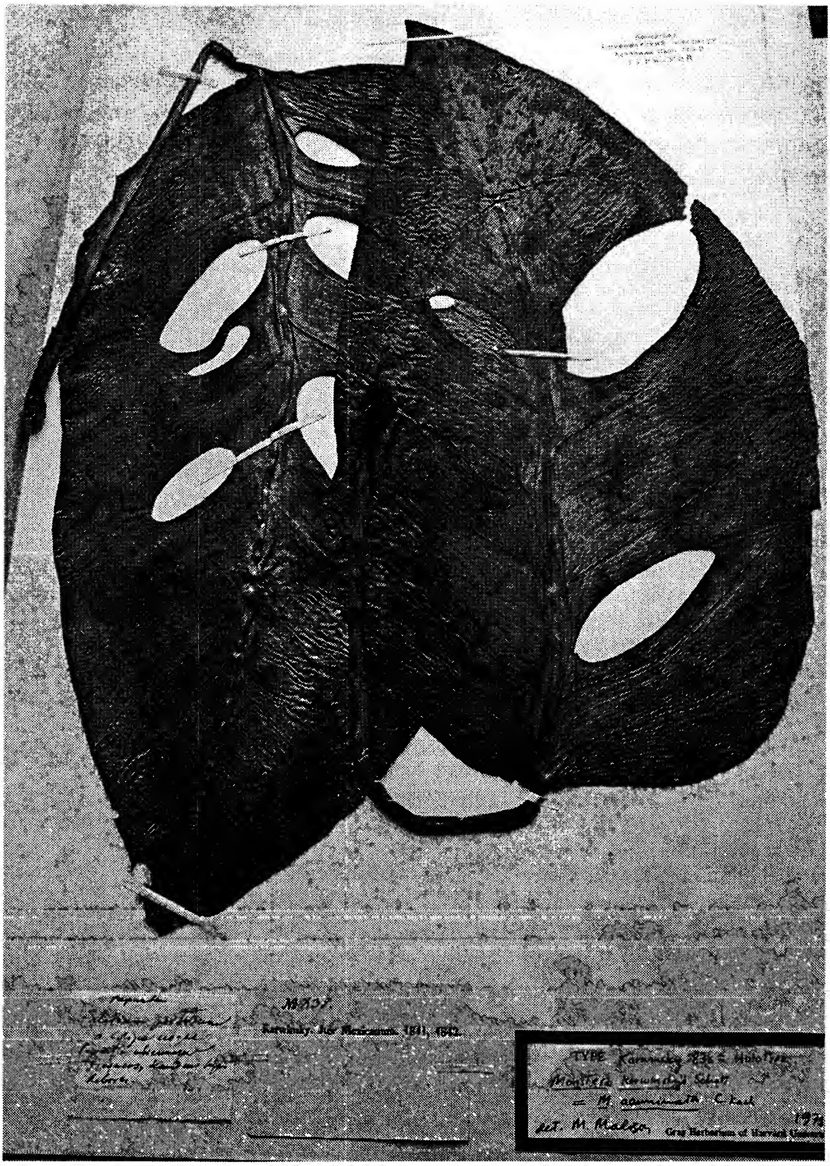

Karwinsky. Iter Mexicanum. 1841, 1842.
TYPE Karwinsky 836 = Holotype
Monstera karwinskyi Schott
= M. acuminata C. Koch
det. M. Madison

Рис. 5. Голотип *Monstera karwinskyi* Schott. (LE).

топов, необходимых для их существования, но и в результате неумеренных сборов этих растений, преследующих коммерческие цели. Многие представители семейства стали за период, прошедший со времени экспедиции Карвинского, редкими и исчезающими. Вот почему результаты экспедиции Карвинского кроме чисто научного и исторического интереса имеют вполне современный практический интерес, который может внести вклад в дело охраны природы и сохранения биоразнообразия.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность сотруднику Российского государственного исторического архива (РГИА) С. Н. Селедкиной за неоценимую помощь в работе с архивными документами и зав. архивом БИН РАН Т. И. Симоненко за помощь в розыске документов Императорского ботанического сада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабанов В. И. Экспедиция В. Ф. Карвинского в Мексику и на Кубу (1840—1843) // Конф., посвящ. 200-летию со дня рождения академика Г. И. Лангсдорфа (Проблемы исследования Америки в XIX—XX вв.). М.; Л., 1974. С. 37—41.

Дело о командировании барона Карвинского в Мексику с ученою целью и о доставленных им в Петербургский ботанический сад коллекциях растений, семян, плодов и т. д. РГИА. Ф. 472. Оп. 17. (101/938). Д. 317. Л. 1—23.

Дело о принятии университетами и медико-хирургическими академиями участия в подписке на акции по субсидированию путешествия в Мексику баварского ученого Карвинского и о доставлении собранных им ботанических коллекций в Петербургский ботанический сад, университетам и академиям // РГИА. Ф. 733. Оп. 87. Д. 385. Л. 55—138.

Дело о путешествии барона Карвинского в Мексику. СПб. отделение Архива Академии наук (СПб. О ААН). Ф. 1. Оп. 2—1840. Д. № 19. Л. 19—20.

Дело по письму Директора Императорского ботанического сада г. Фишера к г. Министру финансов о принятии участия в отправлении барона Карвинского с ученою целью в путешествие по Мексике // РГИА. Ф. 18. Оп. 2. Д. 1017. Л. 1—5.

Каталог высеянных семян. 1843. Архив БИН. Ф. 273. Оп. 19. Д. 378.

Липский В. И. Исторический очерк имп. С.-Петербургского Ботанического сада // С.-Петербургский ботанический сад за 200 лет его существования (1703—1713). СПб., 1913. Ч. 1. С. 339.

Лукин В. Б. Экспедиция Петербургской Академии наук в Мексику и на Кубу // Вестн. АН СССР. 1966. № 7. С. 109—112.

Траутфеттер Р. Э. Краткий очерк истории Ботанического сада // Тр. Петерб. бот. сада. 1873. Т. 2. Вып. 1. С. 247.

Fournier E. Mexicanas plantas 2 [Gramineae]: I—XIX, 1—160. Paris, 1886.

Lemaire C. Bull. Cercle Confer. Hort. Dep. Seine. Paris, 1841. P. 131.

Martius K. F. Flora Brasiliensis. Monachii, 1840. Vol. 1. Parsl. P. 35.

McVaugh R. Karwinski's itineraries in Mexico, 1827—1832 and 1841—1843 // Contrib. Univ. Mich. Herb. 1980. N 14. P. 141—152.

SUMMARY

The data are given about Karwinski's collections gathered during the expedition to Mexico (1840— 1843) and kept in the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. At present they include wood collection (105 items), carpological collection (18 items) and herbarium (about 2 000 items, including 15 authentics).

МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 581.55 + 681.3.06

© И. В. Боряков, В. П. Воротников, Е. Е. Борякова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ФИТОЦЕНАРИЕВ И ОБРАБОТКИ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ДАННЫХ

I.V. BORYAKOV, V.P. VOROTNIKOV, E.E. BORYAKOVA.
USING INFORMATION TECHNOLOGIES FOR PHYTOSOCIOLOGICAL DATA STORAGE AND PROCESSING

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
603950 Н. Новгород, ГСП-20, пр. Гагарина, 23
Факс (8312) 65-85-92
E-mail: kbot@bio.unn.ru
Поступила 11.02.2004

Рассматривается вопрос хранения и обработки первичных геоботанических материалов с использованием современных информационных технологий. Обсуждаются возможные варианты представления данных от таблицы БД до записи вида «секция\параметр = значение» и иерархической структуры. Предложен метод хранения информации на основе расширяемого языка разметки (XML) и приведена конкретная форма представления описания пробной площади в виде XML-документа. Предложена программная реализация метода — редактор геоботанических материалов ECODAT, предусматривающий возможность анализа данных по произвольному алгоритму на основе технологии модулей расширения.

Ключевые слова: хранение и обработка данных, фитоценарии, язык XML, геоботанические описания.

Обработка данных — центральный этап современных фитоценологических исследований, в настоящий момент осуществляемый с широким использованием компьютерных технологий. Для анализа исходной информации, в общем случае представляющей собой массив данных, используется целый ряд программных средств, в связи с чем одну и ту же задачу можно решить различными путями. Однако практика показывает, что аналогичные по результатам способы обработки нередко существенно различаются по эффективности (времени исполнения). Вопросы производительности встают особенно остро при работе с большими сериями геоботанических описаний, и в некоторых случаях сложный итеративный алгоритм может выполняться столь медленно, что результат оказывается практически недостижимым.

Важным вопросом (хронологически предшествующим обработке) является проблема компьютерного ввода и хранения геоботанических материалов. Вопрос этот был впервые поднят на 3-м совещании по классификации растительности и отражен в принятом тогда Положении о фитоценариях (Александрова, 1972). Впоследствии методика создания фитоценариев разрабатывалась учредителями фитоценария кафедры геоботаники СПбГУ (Блюменталь, Нешатаев, 1986). Необходимо отметить,что описание пробной площади является довольно трудно формализуемым типом первичного материала — каждое описание представляет собой внутренне сложно организованную информационную структуру, причем форма и полнота представления ее отдельных частей варьируют в зависимости от типа растительности, варианта методики сбора данных, методических предпочтений автора и др. Все сказанное выше приводит к возникновению принципиальных затруднений на пути к эффективной компьютеризации процесса обработки геоботанических материалов, что является предметом данной статьи.

Одним из вопросов, требующих обсуждения, является проблема несовместимости различных пакетов прикладных программ геоботанического назначения. Вполне естественно, что разнообразие методов современной экологии невозможно реализовать в рамках одной программы и, как правило, приходится последовательно применять различные доступные программные продукты. Однако их форматы данных и интерфейс пользователя нередко являются несовместимыми, в связи с чем возникает вопрос — в каком виде сохранить исходные материалы, чтобы впоследствии они были доступны из различных программ. Разрешить этот вопрос путем выбора одной из программ вряд ли возможно. Необходимо также отметить, что наибольший интерес для геоботаника представляет возможность обработки данных по оригинальным алгоритмам. Идя этим путем, с необходимостью приходится решать задачу создания «моста» между оригинальными программами и массивами исходных данных, хранящихся в одном из общеупотребительных форматов. Возможное решение этого вопроса будет обсуждаться далее. И наконец, еще одной важной проблемой является вопрос защиты данных при работе в корпоративных сетях вузов и на компьютерах общего пользования вообще.

По мнению авторов, разработка эффективного способа организации геоботанических материалов связана с решением ряда задач, среди которых: 1) формализация исходных данных; 2) организация интерфейса ввода данных, адаптированного к конкретной методике описания (в частности, к традиционному российскому варианту); 3) обеспечение возможности защиты данных; 4) создание обобщенного интерфейса доступа к данным, позволяющего пользователю проводить обработку по собственному алгоритму.

Прежде чем перейти к их последовательному рассмотрению, необходимо обсудить вопрос, встающий при обработке больших выборок, — вопрос методики организации геоботанических материалов в виде баз данных (БД).

К вопросу о создании баз данных геоботанических описаний

Одной из первых информационных технологий, освоенных ботаниками, было использование баз данных для хранения характеристик видов, каталогов гербарных коллекций и т. п. В фитоценологии также существенно важной является возможность упорядоченного хранения массивов данных, в частности описаний растительности на пробных площадях. Обрабатывая такие массивы как единое целое, можно проводить масштабные исследования, однако необходимым условием этого является достаточная степень формализации данных. Как показано в ряде работ (Заугольнова и др., 1995; Заугольнова, Ханина, 1996 и др.), использование баз данных и, в частности реляционных, позволяет достичь высокой степени формализации и удобства обработки. Отсюда возникает идея создания баз данных геоботанических описаний; такой подход кажется очевидным, особенно если учесть доступность и простоту использования соответствующего программного обеспечения — систем управления базами данных (СУБД). Тем не менее рассмотрение данного вопроса вскрывает ряд деталей, не позволяющих считать «настольные» СУБД (к этой категории относятся такие широко используемые пакеты, как

FoxPro, MS Access и др.) универсальным средством ввода и хранения геоботанических материалов (Boryakov, 2002).

Представление в виде таблицы основных признаков (элементов) для серии геоботанических описаний является, безусловно, удобным приемом. В этом случае в первом столбце (поле) таблицы может содержаться, например, номер описания, во втором — дата и т. д. Данные по составу древостоя, правда, при этом придется хранить в отдельной связанной таблице и при необходимости извлекать их оттуда для каждого конкретного описания по его номеру посредством запроса к БД. Эта технология для человека, незнакомого с реляционной концепцией, уже не является простой и интуитивно понятной, что, однако, не мешает функционированию самой информационной системы. Плохо то, что при таком подходе единственно возможным способом работы является строго централизованный (на одной машине) ввод и хранение данных. Предполагается создать, конечно, сетевой вариант, при котором разные пользователи из разных мест локальной сети обращаются к серверной БД для ее заполнения, получения данных и т. п., но это сильно усложняет работу с технической точки зрения. Организация децентрализованного (на отдельных компьютерах) ввода средствами настольных пакетов с последующей синхронизацией мало соответствует самой концепции БД. Таким образом, при использовании баз данных для организации работы с сериями геоботанических описаний следствием формализации и удобства обработки является отсутствие гибкости, что создает препятствия к широкому использованию такого подхода. Безусловно, удобней было бы иметь возможность редактирования данных на отдельных ПК вне зависимости от центральных вычислительных мощностей.

Необходимо также отметить трудности, возникающие при сведении блока мелких площадок (являющегося частью стандартного описания) в единую таблицу. Первое очевидное решение состоит в создании таблицы, столбцами которой выступают отдельные виды. Этот подход, однако, далек от удобства — ведь при объединении описаний суммарное число видов быстро растет, соответственно увеличивается и общий объем данных при незначительном увеличении полезной информации. В этом случае лучше применить классический реляционный подход (тогда, применительно к рассматриваемому примеру, таблица должна содержать кроме пóля со значениями обилия также поля с идентификатором описания и идентификатором вида). Но при этом логическая связь между различными частями информации, касающимися отдельных описаний, прослеживается с трудом. Возникают вопросы обеспечения ссылочной целостности данных, которые решаются лишь путем применения серверных технологий (в настольных СУБД эти средства слабо представлены). Все сказанное выше приводит к выводу о целесообразности организации массивов геоботанических данных по файловому принципу (одно описание — один файл). Этот подход удобен и, по-видимому, не имеет альтернатив при организации децентрализованного гибкого ввода. В то же время необходимо подчеркнуть, что он может быть использован в комплексе с традиционным СУБД-ориентированным подходом. В частности, первым и независимым этапом работы может быть ввод и хранение геоботанических описаний в виде файлов, которые при необходимости импортируются в БД. При этом не обязательно обрабатывать все данные, содержащиеся в бланке (это и в принципе невозможно, ведь ряд атрибутов является вспомогательными и не несет научной информации). После получения окончательных результатов (статистик) вспомогательная БД уже не нужна, и, таким образом, постоянной формой хранения геоботанических описаний является совокупность файлов с исходными данными. Вопрос практической реализации файлового принципа организации массивов геоботанических данных обсуждается ниже.

Проблема унификации формата хранения геоботанических данных

Как уже отмечалось, предпосылкой для организованного хранения и комплексной обработки любых данных является их формализация. Говоря о геоботанических материалах, необходимо отметить тот факт, что значительная часть их, накопленная за всю историю отечественной геоботаники, выполнена в соответствии с методическими указаниями школы В. Н. Сукачева, и следование им, т. е. использование стандартного бланка, уже обеспечивает определенную степень формализации. Однако вопрос перевода этих данных на язык компьютера непросто решить однозначно. Проблема заключается в том, что, как уже было отмечено выше, каждое описание представляет собой совокупность блоков разнотипных данных, находящихся между собой в довольно сложных логических соотношениях. Самой важной частью описания является квалифицированный список видов, являющийся по сути таблицей. При этом его можно рассматривать как элемент, производный от другого — таблицы, содержащей данные по серии мелких площадок, закладка которых в пределах пробной площади рекомендуется методически.

Характеризуя геоботаническое описание как структуру данных в целом, представляется естественным выделить в нем следующие блоки: 1) заголовок, содержащий сведения общего характера — номер, дата, автор описания, географическое положение и т. п.; 2) характеристику местообитания (рельефа, почвенных условий); 3) описание растительности по ярусам; 4) данные по серии мелких учетных площадок. Рассмотрение приведенной схемы (представляющей собой по сути ряд таблиц) наводит на мысль о целесообразности использования для хранения геоботанических описаний электронных таблиц типа Excel. Такой способ мог бы обеспечить необходимую гибкость; в частности, при этом имеется возможность произвольного изменения числа таблиц (числа листов в рабочей книге) и т. п. Существенным недостатком такого подхода, однако, является отсутствие четкой формализации отдельных элементов описания — электронные таблицы позволяют вводить произвольные данные в ячейки; определение формата ячейки возможно, но не является строгим. Другой минус состоит в опасности возникновения проблем из-за несовместимости новых версий программы с той, для которой изначально разрабатывался бланк. Известно, что эти проблемы действительно появляются даже при работе с пакетами известных фирм. Вряд ли целесообразно ставить технологию работы с данными в зависимость от фирмы-производителя программного обеспечения; нельзя также не вспомнить про вопрос законности использования (лицензирования) копий таких программ. Подводя итог изложенному выше, можно констатировать ощущаемую в настоящее время потребность в общедоступной программе, обеспечивающей формализованный ввод и хранение геоботанических материалов. Программа, очевидно, должна предоставлять возможность экспорта данных в каком-либо из обычных форматов. Желательно также было бы иметь возможность защиты данных криптографическими методами. Предлагаемый вариант решения этих задач обсуждается далее.

В данной статье уже отмечалось неудобство сводных таблиц квалифицированных списков видов в плане хранения. В качестве метода организации такого рода данных авторами было предложено использовать структуры с открытым списком полей, что означает отказ от обязательного использования единой внутренней системы нумерации видов (Боряков и др., 2001). Для решения поставленной задачи необходимо выяснить возможность нахождения альтернативы табличной форме. Очевидное решение состоит в использовании записи типа «параметр=значение»;

параметры в этом случае логично группировать в секции. Пример такой конструкции применительно к геоботаническому описанию:

```
[Заголовок]
Номер=17
Дата=14.07.1967
Площадь=400
Выполнил=Курнаев И. И.
Ассоциация=Дубо-Липняк снытево-волосистоосоковый
...
[Рельеф]
Макро=крупнохолмистая равнина водораздела р. Оки и р. Сережа
Мезо=средняя часть склона холма С-3 экспозиции крутизной
20 гр.
Микро=ровный
...
```

Эта технология является одной из базовых и наиболее доступных, однако трудности здесь возникают в силу специфики геоботанических описаний в связи со сложной вложенностью, иерархичностью структуры данных. Эти трудности преодолимы (геоботанические данные можно при желании представить в виде двухуровневой иерархии «секция\параметр»); в разработанной программе используется и такой способ записи. Однако значительно лучше соответствует материалу другая технология, появившаяся недавно — технология расширяемого языка разметки XML (Грегори, 2002).

В рамках данной концепции хранение информации осуществляется в текстовом виде, причем данные организуются в иерархическую структуру, представляющую собой совокупность вложенных *элементов*, содержащих текст и имеющих определенные свойства («атрибуты» в терминах этого языка). Сам язык XML представляет собой совокупность правил и разработан специально для формализации, структурирования любых данных, и в настоящий момент идет интеграция с XML таких обыденных средств, как текстовые редакторы и электронные таблицы. Проблема стандартизации геоботанических материалов по этой технологии однозначно решается в форме разработки *схемы данных*. Схема XML определяет допустимые элементы структуры, указывает их обязательность (или необязательность), повторяемость отдельных типов элементов и пр. При наличии ее исследователи могут осуществлять ввод и хранение данных различными доступными им программными средствами, производя в итоге проверку соответствия создаваемых документов опубликованной схеме. С другой стороны, можно использовать один специализированный пакет программ, если он будет предоставлять возможности удобного ввода и редактирования. Такая программа необязательно должна реализовывать какие-либо методы обработки: при использовании XML имеется возможность просмотра данных вне программ, в которых они созданы, и статистическую обработку можно провести средствами любого пакета. Тем не менее представляется возможной также разработка гибкого способа доступа к данным непосредственно внутри конкретного приложения-редактора (Боряков, Воротников, 2003). Подробности реализации этой идеи в рамках данной работы обсуждаются ниже.

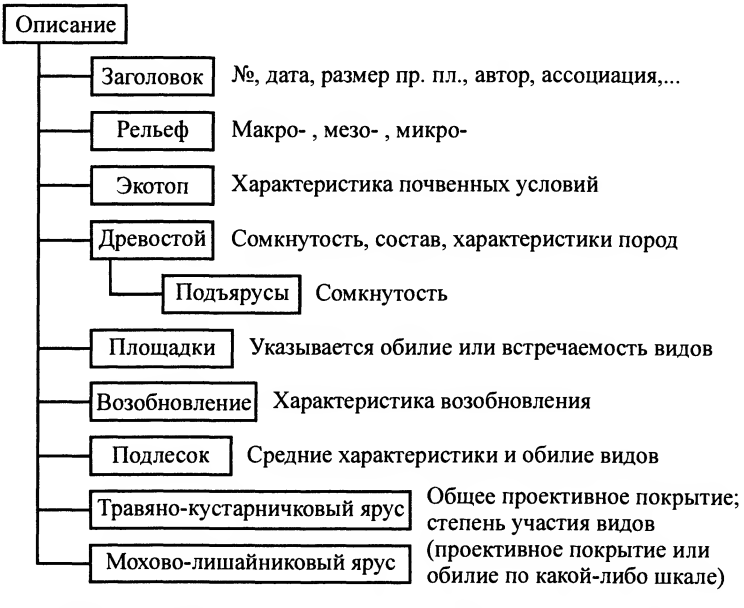
Программа-редактор геоботанических данных

Для решения поставленных задач авторами был разработан пакет программ ECODAT (доступен по адресу http://www.bio.unn.ru/bot/ecodat/). По своей сути он является редактором специализированного класса материалов — первичных данных, собираемых в результате полевых исследований (средствами пакета можно также вводить данные проб на состав планктона). Описание пакета и руководство по использованию можно найти в документации, а саму идею и основные возможности уместно кратко осветить здесь.

Программа является Windows-приложением, имеющим ассоциированный тип документов; каждый документ (файл) содержит информацию об одном геоботаническом описании; вопрос структуры данных обсуждается ниже. Среди пользовательских особенностей интерфейса программы надо назвать механизм автоподстановки латинских названий видов, адаптированный к бинарной номенклатуре (начать поиск в видовом названии можно еще до полного ввода родового). Виды берутся из списка, заменяемого пользователем. Имеется возможность сортировки видов в таблицах по названию, а в сводном списке также и по обилию. На основе данных по мелким площадкам автоматически рассчитываются средние значения проективного покрытия; обилие можно указывать различным образом, как в виде проективного покрытия, так и с использованием шкал.

Информация в пределах описания разделена на логические блоки согласно схеме (см. рисунок). Внешний вид (интерфейс) программы напоминает рабочую книгу Excel, в целом работа с редактором подобна заполнению бланка.

Введенные описания сохраняются в особом формате с возможностью защиты (данные шифруются, в случае утраты пароля открытие невозможно). Документ ECODAT предназначен для чтения лишь с помощью данной программы, но содержащаяся в нем информация легко экспортируется вовне в виде текстовых фрагментов, таблиц (через буфер обмена) или посредством технологии автоматизации OLE переносится в Excel.


Описание
Заголовок
№, дата, размер пр. пл., автор, ассоциация,...
Рельеф
Макро- , мезо- , микро-
Экотоп
Характеристика почвенных условий
Древостой
Сомкнутость, состав, характеристики пород
Подъярусы
Сомкнутость
Площадки
Указывается обилие или встречаемость видов
Возобновление
Характеристика возобновления
Подлесок
Средние характеристики и обилие видов
Травяно-кустарничковый ярус
Мохово-лишайниковый ярус
Общее проективное покрытие; степень участия видов (проективное покрытие или обилие по какой-либо шкале)

Обобщенная схема структуры данных геоботанического описания.

Центральный момент обсуждаемой концепции — возможность экспорта данных в XML. Для иллюстрации способа представления данных в этом формате ниже приводится фрагмент геоботанического описания.

```
- <Releve>
- <Header>
   <No>37</No>
   <Date>14.07.2001</Date>
   <SizeX>20</SizeX>
   <SizeY>20</SizeY>
   <Author>Курнаев И. И.</Author>
   <Ass>Querceto-Tilietum aegopodioso-pilosae-caricosum</Ass>
   <AssRus>Дубо-Липняк снытево-волосистоосоковый</AssRus>
   <Location>Нижегородская обл., Арзамасский р-н ...</Location>
   <Latitude>56°04'25''</Latitude>
   <Longititude>45°06'40''</Longititude>
   <Surroundings>По С границе в 15 м — просека</Surroundings>
</Header>
+ <Relief>
= <Soil>
- <TreeLayer Density=''0.8'' SublayerCount=''2''>
   <Sublayer Density=''0.6'' />
   <Sublayer Density=''0.4'' />
   <Tree>
     <Species>Tilia cordata</Species>
     <SublayerNo>1</SublayerNo>
     <Compound>9</Compound>
     <Age>70</Age>
     <Height>22</Height>
     <Diametr>24</Diametr>
     <Bonitet>1</Bonitet>
     <BaseArea></BaseArea>
   </Tree>
   <Tree>
     <Species>Quercus robur</Species>
     <SublayerNo>1</SublayerNo>
     <Compound>1</Compound>
     <Age>70</Age>
     <Height>20</Height>
     <Diametr>29</Diametr>
     <Bonitet>3</Bonitet>
     <BaseArea></BaseArea>
   </Tree>
</TreeLayer>
...
</Releve>
```

В приведенном фрагменте XML-документа (сгенерированного программой в результате экспорта файла данных, распространяемого в качестве примера) элемент <Releve> (от relevé — геоботаническое описание) является корневым или элементом документа; он содержит в себе все остальные. Элементы Header, Relief, Soil содержат соответственно данные формального заголовка, описание рельефа и ха-

Порода	П/я	Состав	Возраст	H, м	D, см	Бонитет
Tilia cordata	1	9	70	22	24	I
Quercus robur	1	1	70	20	29	III

Примечание. П/я — подъярус древостоя, D — диаметр, H — высота.

рактеристику почвы. За отсутствием места часть элементов приведена в свернутом виде (их содержимое скрыто, о чем свидетельствует знак «+»). Структурно более сложным является элемент TreeLayer (древесный ярус), требующий отдельного обсуждения.

Документ ECODAT, описывающий лесной фитоценоз, всегда содержит один элемент TreeLayer, который, в свою очередь, может содержать несколько элементов Sublayer (подъярус). Количество последних соответствует числу подъярусов древостоя, оно также указывается в виде атрибута SublayerCount элемента TreeLayer. Согласно традиционной методике, при описании указываются сомкнутость древостоя общая и для каждого из подъярусов. Эти данные оформлены соответственно в виде атрибутов Density элемента TreeLayer и элементов Sublayer.

Самой важной частью описания древостоя является совокупность элементов Tree, содержащая информацию по отдельным породам, входящим в состав древесного яруса. В рассматриваемом случае фрагмент XML-документа отражает следующие данные (см. таблицу).

Как можно видеть, элемент Tree содержит, в свою очередь, ряд элементов соответственно столбцам таблице. Элемент BaseArea (сумма площадей сечения), присутствующий в коде, в данном случае пуст («<BaseArea></BaseArea>»), поскольку в таблице эти данные отсутствуют. Представление остальных частей описания пробной площади в виде XML принципиально не отличается от рассмотренных.

Вторым основным элементом обсуждаемой концепции обработки геоботанических данных (после использования XML) является возможность применения собственных алгоритмов пользователя. Такая технология известна под названием интерфейса модулей расширения (plugin). Идея состоит в том, что пользователь пишет программу обработки, причем задача состоит не в создании полноценного приложения, а лишь программного модуля, получающего все необходимые данные при загрузке. Задача представления результатов обработки также возлагается на программу-редактор. При взгляде со стороны все действия пользователя по применению созданного модуля состоят в открытии нужного файла данных и вызова определенного пункта меню. Действующими лицами в такой ситуации являются: программа-редактор, с одной стороны, и модуль расширения — с другой. С программной точки зрения при этом происходит следующее: 1) редактор создает объект, предоставляющий модулю доступ к содержимому геоботанического описания, и загружает модуль расширения в память компьютера; 2) модуль запрашивает необходимые данные и производит расчет на их основе; 3) результат в текстовом виде передается обратно редактору, который демонстрирует его пользователю. Эффективность такой схемы связана с тем, что пользователю нужно написать лишь краткий, чисто расчетный код, не заботясь о чтении файла с диска, организации диалога с пользователем и пр. Таким образом, формируется программный комплекс, построенный по принципу разделения функций: программа-редактор обеспечивает диалог с пользователем (ввод и редактирование информации) и защищенное хранение данных, а модуль расширения отвечает за саму процедуру анализа. Этот принцип реализован в пакете ECODAT уже в текущей версии; в виде модулей расширения реализована часть возможностей редактора, в частности — расчет коэффициента корреляции на основе первичных данных и с извлечением квадратного корня из проективного покрытия (Василевич, 1967). Также имеется модуль расчета индекса Шеннона по характеристикам травяно-кустарничкового яруса.

Таким образом, в результате проведенной работы можно сделать следующие выводы. Для организации гибкой системы хранения экологических данных, в частности организации фитоценариев, целесообразен децентрализованный ввод данных по файловому принципу. Программное обеспечение этой процедуры должно обеспечивать защищенное хранение информации в сочетании с открытым интерфейсом доступа к данным. Описанный редактор ECODAT представляет собой один из возможных вариантов решения поставленных задач. Использование его как базового пакета для подключения собственных модулей обработки данных уменьшает время разработки и позволяет с небольшими затратами труда реализовывать алгоритмы количественной экологии для анализа геоботанических данных.

По мнению авторов, вопрос определения структуры данных, описывающих одну пробную площадь, заслуживает обсуждения геоботаниками. Предстоит рассмотрение предложенной XML-схемы геоботанического описания[1] и ее конвенциональное принятие в качестве стандарта для обмена геоботанической информацией. Необходимо подчеркнуть, что наличие такой схемы приведет к решению проблемы совместимости различных программ без необходимости использования какого-либо общеобязательного пакета, поскольку формат XML предназначен именно для программно независимого определения структур данных. При этом, безусловно, необходима работа и над другими типами материалов, в частности, требуется разработка XML-схемы бланка описания растительности по традиционной европейской методике.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность А. Г. Охапкину и Г. А. Юловой за консультации при разработке структуры данных альгологической пробы, а также О. С. Краснобаевой и П. А. Глазунову за участие в тестировании программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова В. Д. Третье совещание по классификации растительности // Бот. журн. 1972. Т. 57. № 7. С. 848—857.

Блюменталь И. Х., Нешатаев Ю. Н. Создание банка данных о растительности на структурной (эколого-фитоценотической) основе // Принципы и методы экоинформатики. М., 1986. С. 53—55.

Боряков И. В., Воротников В. П. Проблемы компьютерного анализа растительности: в поисках универсального подхода к организации и обработке массивов геоботанических материалов // Ботанические исследования в азиатской России. Матер. XI съезда Русского бот. об-ва. Т. 2. Барнаул, 2003. С. 315—316.

Боряков И. В., Воротников В. П., Савельева И. А. Программное обеспечение геоботанических исследований: подход с использованием единого интерфейса // Актуальные проблемы геоботаники. Современные направления исследований в России: Методология, методы и способы обработки материалов. Тез. докл. Петрозаводск, 2001. С. 33.

Грегори К. Использование Microsoft C++.NET. Специальное издание (пер. с англ.). М., 2002. 784 с.

---

[1] За отсутствием места в данной статье не приводится; предлагаемый к обсуждению вариант схемы включен в пакет файлов установки по адресу, указанному выше.

Заугольнова Л. Б., Ханина Л. Г. Опыт разработки и использования баз данных в лесной фитоценологии // Лесоведение. 1996. № 1. С. 76—83.

Заугольнова Л. Б., Ханина Л. Г., Комаров А. С., Смирнова О. В. и др. Информационно-аналитическая система для оценки сукцессионного состояния лесных сообществ. Пущино, 1995. 50 с.

Boryakov I. V. Distributed computer databases development for forests biodiversity assessment // Леса Евразии в XXI веке: Восток—Запад. Матер. II Междунар. конф. молодых ученых. М., 2002. С. 157—158.

SUMMARY

Some aspects of phytosociological data storage and processing using new information technologies are considered. Possible variants of data representation from database table creation to «section\key=value» notation and hierarchical structure are discussed. Method of data storage using extensible markup language (XML) is propounded and phytosociological relevé representation in XML is described. Programming realization of new method is fulfilled in a form of phytosociological data editor ECODAT. The program permits custom algorithm data processing on plugin concept.

ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

УДК 582.21 + 582.4 : 502.753

© А. А. Заварзин,[1,2] Е. Э. Мучник[2,3]

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КАТЕГОРИЙ И КРИТЕРИЕВ КРАСНОГО СПИСКА ВСЕМИРНОГО СОЮЗА ОХРАНЫ ПРИРОДЫ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

A. A. ZAVARZIN, E. E. MUCHNIK.

APPLICATION OF GLOBAL CATEGORIES AND CRITERIA OF THE WORLD CONSERVATION UNION'S RED LIST AT THE REGIONAL LEVEL

[1] С.-Петербургский государственный университет,
Биологический научно-исследовательский институт
198504 С.-Петербург, Старый Петергоф, Ораниенбаумское шоссе, 2
Факс (812) 328-97-53
E-mail: zavarzin@bfn.spb.org
[2] С.-Петербургское Общество Естествоиспытателей
199034 С.-Петербург, Университетская наб., 7/9
Факс (812) 328-95-30
[3] ВНИИ природы, лаборатория Красной книги
113628 Москва, М-628, усадьба Знаменские Садки
Факс (095) 423-23-22
E-mail: eugenia@lichenfield.com

Обсуждаются действующие глобальные категории и критерии Красного списка МСОП[1] (версия 3.1 от 9.02.2000 г.) и принципы их применения на региональном уровне. Приводится алгоритм, по которому оценивается правомочность помещения таксона в ту или иную категорию при составлении региональных Красных книг и Списков редких и исчезающих видов. Рассмотрены примеры использования алгоритма при формальной оценке регионального статуса таксонов сосудистых растений, грибов и лишайников.

Ключевые слова: Красные книги, редкие виды, критерии редкости, МСОП.

В последнее десятилетие в России, как и во всем мире, резко активизировался процесс создания региональных и межрегиональных Красных книг, являющихся результатом обобщения имеющихся данных о состоянии популяций видов животных, растений и грибов на определенных административных территориях. Издание первой в мире Красной книги было инициировано Международным союзом охраны природы (МСОП),[2] и эта книга называлась «Красная книга: дикая природа в опасности»[3] (IUCN Red Data..., 1964).

---

[1] МСОП (Международный союз охраны природы) — официально переименован во «Всемирный союз охраны природы» (World Conservation Union) по решению 18-й Генеральной ассамблеи союза в 1990 г., но при этом было решено оставить исходную аббревиатуру названия организации — МСОП (IUCN) из-за ее широкой известности во всем мире (Что такое Всемирный союз..., 1999).

[2] МСОП — это международная природоохранная организация, объединяющая более 900 общественных объединений, научных и образовательных учреждений, административных структур и целых государств, в числе которых и Российская Федерация. Работа МСОП осуществляется через организации-члены, программы и комиссии. Комиссия по выживанию видов координирует составление и периодическую ревизию Красной книги МСОП. Информация о деятельности МСОП помещена в Интернете по адресу http://www.iucn.org/.

В Российской Федерации (а ранее и в Советском Союзе) процесс создания Красных книг отличается от большинства других стран тем, что Красные книги здесь с самого начала представляют собой синтез научного труда и нормативного документа, административно регулирующего сохранение редких видов и через них — местообитаний и экосистем (Zavarzin et al., 2003). Подобный принцип создания Красных книг должен реализовываться как на уровне всего государства, так и на уровне субъектов Российской Федерации (Стратегия..., 2003), что в свою очередь повышает ответственность авторов, составляющих статьи для Красных книг. Задача специалистов на местах заключается в выявлении и оценке состояния популяций редких видов в их области или республике. В свою очередь, сопоставление данных по нескольким областям и республикам дает возможность для анализа состояния популяций таксонов в более крупных биогеографических или административных регионах. Конечным итогом этой работы должна быть научно обоснованная база, которая позволит обобщить сведения о состоянии того или иного таксона на территории всей страны, и на основе такого анализа проводить ревизию Красной книги Российской Федерации (и далее — вплоть до Списка глобально редких и исчезающих таксонов МСОП). Такой подход может быть реализован только в том случае, когда оценка состояния таксона на всех этапах проводится с использованием единых критериев и по сопоставимым методикам, что, к сожалению, совершенно не соблюдается в современной отечественной практике (Горбатовский, 2003). Одна из очевидных причин, по которой при создании региональных Красных книг не применяются единые критерии включения в них таксонов, заключается в отсутствии четких принципов внесения таксонов в Красную книгу Российской Федерации. Для выделения шести категорий здесь используются весьма субъективные и кратко описанные критерии (см., например, стр. 6: Красная книга Российской Федерации, 2001), что прослеживается и в течение всего периода работ над Красными книгами, как в СССР, так и в России.

На взгляд авторов, наиболее разработанными и широко употребляемыми в мире являются критерии и категории МСОП, которые могут и должны служить объединяющей основой для работы специалистов в области охраны «биоразнообразия»[4], и в особенности редких и исчезающих видов. В этой связи задача предлагаемой статьи заключается в первую очередь в том, чтобы представить российским специалистам сущность последних категорий МСОП и критериев их выделения и рассмотреть путь, с помощью которого названные категории и критерии могут применяться на уровне отдельных регионов России.

---

[3] С правовой точки зрения, Красные книги МСОП являются не нормативными документами, а научными рекомендациями, выработанными на основе работы квалифицированных специалистов — ботаников и зоологов — по оценке состояния и динамики популяций глобально редких таксонов. Представление результатов этой работы в виде Красной книги является устоявшейся формой доведения до широкой общественности и государственных и региональных администраций обеспокоенности научного сообщества за судьбу разнообразия живых организмов, и в особенности ряда наиболее уязвимых таксонов.

[4] Собственно дискуссия по вопросу о том, насколько научно обоснованным является термин «биоразнообразие», прекрасно отражена в статье А. М. Гилярова (1996), а наиболее серьезные общие проблемы создания региональных Красных книг в России четко очерчены в работе А. В. Щербакова (1999).

Категории и критерии МСОП

Современная версия[5] «Категорий МСОП для внесения видов в Красную книгу» (IUCN Red List…, 2001), утвержденная 9 февраля 2000 года на 51-м заседании Совета МСОП, постулирует, что предлагаемые категории и критерии МСОП применимы для любых таксонов ранга вида и ниже, за исключением микроорганизмов. Процесс отнесения таксона к той или иной категории распространяется только на дикие популяции, обитающие или произрастающие внутри их естественного ареала, или реинтродуцированные «в целях сохранения таксона вне известного ареала, но в соответствующих местообитаниях и биогеографических выделах» (Категории..., 2002). Всего используется 9 категорий (рис. 1), причем подразумевается, что рассматриваются все таксоны, соответствующие условиям применения категорий и критериев. Не подвергшиеся оценке по критериям таксоны попадают в группу «Неоцененные — NE». Таксоны, включенные в анализ, но охарактеризованные в итоге как не обладающие адекватной информацией о численности и/или ареале для прямой или косвенной оценки риска исчезновения, составляют группу «Недостаток данных — DD». Оставшиеся таксоны по результатам оценки распределяются по группам «Исчезнувшие — EX», «Исчезнувшие в дикой природе — EW», «Находящиеся в критическом состоянии — CR», «Находящиеся в опасном состоянии — EN», «Уязвимые — VU», «Находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому — NT» и «Вызывающие наименьшие опасения — LC». Представители первых пяти из перечисленных категорий являются теми таксонами, которые должны быть включены в Красную книгу или Красный список. Таксоны, попавшие в шестую группу, еще не являются собственно «краснокнижными». Однако они требуют особого внимания и мер по предотвращению ухудшения состояния их популяций. С другой стороны, попадание таксона в первую и в большинстве случаев во вторую категории уже свидетельствует о необратимости его исчезновения и, скорее, констатирует этот прискорбный факт. Таким образом, собственно Красный список направлен в первую очередь на то, чтобы очертить круг таксонов, чье состояние соответствует третьей, четвертой или пятой категориям, когда своевременные меры по сохранению и/или восстановлению численности и ареала могут исправить сложившуюся ситуацию.

Критерии, по которым оцениваются таксоны для определения их принадлежности к той или иной группе «риска», используют данные по динамике численности особей и изменениям в распространении (см. таблицу). Критерии A—D имеют систему подкритериев из 1—2 уровней, которые также являются неотъемлемой составляющей оценки таксонов по системе МСОП. Легитимность помещения того или иного таксона в одну из категорий «риска глобального исчезновения» имеет место, если хотя бы по какому-то из критериев таксон удовлетворяет требованиям данной категории.

Разработанные специалистами МСОП категории и критерии являются в настоящее время обязательными, когда готовятся материалы для включения того или иного таксона в Международную Красную книгу МСОП (IUCN Red List...,

---

[5] Оригинальная версия критериев и категорий опубликована в виде буклета на трех официальных языках МСОП (английском, французском и испанском), а также доступна на тех же языках в сети Интернет по адресу http://www.iucn.org/themes/ssc/redlists/RLcats2001booklet.html. Русскоязычная версия издания, не являясь официальной, согласована с представительством МСОП для России и стран СНГ и рекомендована им для использования специалистами (Категории…, 2002) и может быть также найдена в Интернете по адресу http://redlist.freenet.uz/r1/categor/categor 1.html.

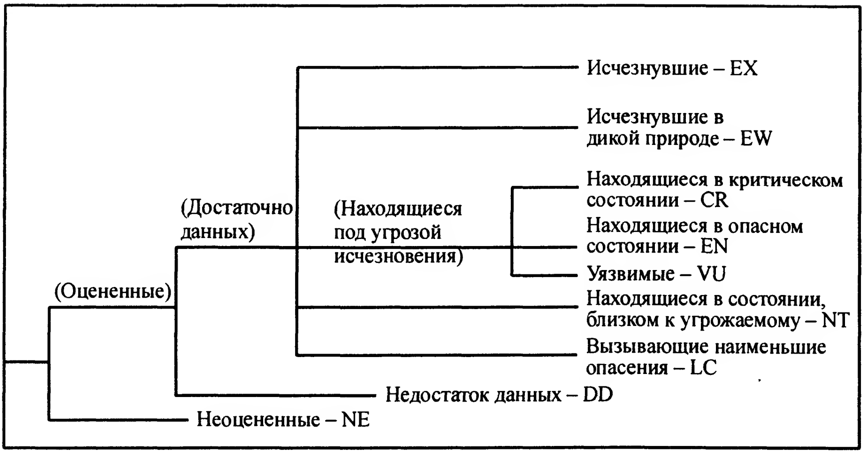

Исчезнувшие – EX
Исчезнувшие в дикой природе – EW
Находящиеся в критическом состоянии – CR
(Достаточно данных)
(Находящиеся под угрозой исчезновения)
Находящиеся в опасном состоянии – EN
Уязвимые – VU
(Оцененные)
Находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому – NT
Вызывающие наименьшие опасения – LC
Недостаток данных – DD
Неоцененные – NE

Рис. 1. Схема глобальных категорий МСОП для внесения видов в Международную Красную Книгу МСОП (по: Категории..., 2002).

2001). По мнению авторов, те же подходы могут с успехом применяться и при составлении региональных Списков редких и исчезающих видов и Красных книг, в том числе и в России.

Адаптация глобальных критериев МСОП для применения на региональном уровне

Безусловно, использование предлагаемых Комиссией по выживанию видов МСОП критериев при составлении региональных Красных списков и книг не свободно от ряда сложностей. В первую очередь, возникает проблема отсутствия для некоторых групп организмов (в том числе для споровых растений, грибов и лишайников) однозначных определений для таких понятий, как «индивидуум», «половозрелая особь», «время жизни поколения», «фрагментация ареала» и т. п., на количественной оценке динамики которых и основываются глобальные критерии. Решение означенной проблемы возможно в случае достижения среди ведущих специалистов по рассматриваемой группе единства в определении ключевых понятий для практических целей. Хорошим примером могут служить рекомендации по применению критериев МСОП для мохообразных, разработанные соответствующей экспертной группой еще в 1998 году (Hallingback et al., 1998). Другим примером являются работы по адаптации критериев МСОП к различным группам растений при подготовке Красных книг Великобритании (Palmer et al., 1997; Hodgetts, 2000).

Вторая проблема — «проблема легитимности» или вопрос о том, насколько на региональном уровне возможно оценивать те же группы таксонов, что и на уровне всего земного шара. Решение этой проблемы предложено рабочей группой по адаптации критериев МСОП для регионального уровня (Gardenfors, 2003). Группа рекомендует не рассматривать в процессе составления региональных Красных книг и Списков при выполнении общих условий применимости критериев МСОП (см. выше) следующие таксоны:

(i) преднамеренно и не преднамеренно интродуцированные, т. е. находящиеся вне пределов их естественных ареалов, или

Характеристика критериев, используемых для распределения таксонов по категориям МСОП

Критерии МСОП	Подкритерии МСОП	Краткая характеристика критериев и подкритериев МСОП
Критерий A	Оценивает таксоны с *сокращением численности* в популяциях, которое	
	Подкритерий A1	происходило в течение последних 10 лет или 3 поколений, причем причины понятны и устранены
	Подкритерий A2	происходило в течение последних 10 лет или 3 поколений, причем причины не понятны и не устранены
	Подкритерий A3	произойдет за ближайшие 10 лет или 3 поколения
	Подкритерий A4	происходило отчасти в прошлом и произойдет в будущем за любые 10 лет или 3 поколения, причем причины не понятны и не устранены.
Критерий B	Оценивает таксоны с *сокращающимся ареалом*, в части	
	Подкритерий B1	определенной по размеру области распространения, при одновременном выполнении двух условий (из a—c)
	Подкритерий B2	или определенной по размеру области обитания, при одновременном выполнении двух условий (из a—c): a — сильной фрагментации или малого числа местонахождений; b — снижении показателей области распространения, обитания, качества среды, количества местонахождений, количества половозрелых особей; c — резких колебаниях показателей области распространения, обитания, количества местонахождений, количества половозрелых особей.
Критерий C	Оценивает таксоны с исходно *ограниченной численностью*, которая при этом снижается, причем:	
	Подкритерий C1	прогнозируется снижение численности на определенную величину, или
	Подкритерий C2	установлено снижение численности, и при этом: a — субпопуляции характеризуются низким числом взрослых особей или большая их часть сосредоточена в одной субпопуляции; b — установлены резкие колебания численности.
Критерий D	Оценивает *сильно ограниченные по численности и/или ареалу* (эндемичные и малочисленные) таксоны, у которых:	
	Подкритерий D1	число взрослых особей не более определенного и/или
	Подкритерий D2	популяция занимает очень ограниченный ареал или имеет малое число местонахождений[1]
Критерий E[2]	Является критерием *«количественного анализа»*, под которым понимается любая форма анализа, оценивающая вероятность исчезновения таксона на основе данных о его жизненном цикле, требованиях к среде обитания и факторах угрозы.	

Примечание. [1] Подкритерий *D2* применим только для категории «Уязвимые — VU».

[2] Правомочность применения критерия E является наиболее спорным вопросом, поскольку здесь используются результаты прогнозов, рассчитанных на соответствующих моделях, адекватность и полнота которых чаще всего подвергаются сомнениям.

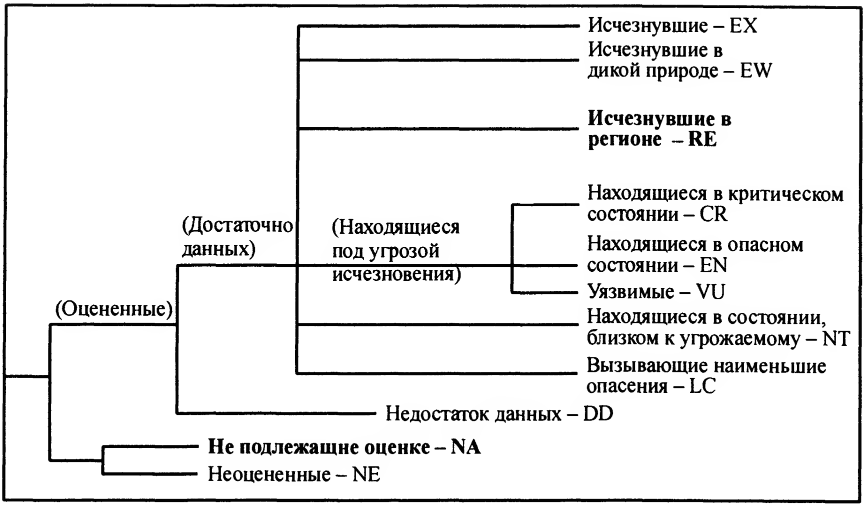

Исчезнувшие – EX
Исчезнувшие в дикой природе – EW
Исчезнувшие в регионе – RE
Находящиеся в критическом состоянии – CR
(Достаточно данных)
(Находящиеся под угрозой исчезновения)
Находящиеся в опасном состоянии – EN
Уязвимые – VU
(Оцененные)
Находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому – NT
Вызывающие наименьшие опасения – LC
Недостаток данных – DD
Не подлежащне оценке – NA
Неоцененные – NE

Рис. 2. Схема категорий МСОП для внесения видов в региональные Красные книги и списки редких и исчезающих видов (по: Gardenfors, 2003).

Жирным шрифтом выделены категории, добавляющиеся при оценке угрозы исчезновения таксонов на региональном уровне.

(ii) появившиеся вследствие естественного расширения ареала и размножающиеся в пределах региона менее чем в течение трех поколений/10 лет.

Следовательно, при рассмотрении регионального таксономического разнообразия к системе глобальных категорий МСОП добавляется категория «Не подлежащие оценке — NA» (рис. 2).

В то же время на определенных территориях могут регистрироваться и таксоны, которые вследствие сокращения ареала больше не размножаются в регионе, а их особи отмечаются единично и нерегулярно. Такие таксоны следует рассматривать как «Исчезнувшие в регионе — RE», что добавляет еще одну «региональную» категорию в исходную схему.

Третья проблема, которая возникает при использовании критериев МСОП на уровне отдельного региона, заключается в том, что исходно эти критерии разработаны для глобального уровня и призваны оценить степень риска исчезновения таксона на земном шаре. Однако эта проблема является мнимой, ибо таким же образом можно оценивать и риск исчезновения таксона с определенной территории, ограниченной как естественными, так и административными границами (Gardenfors, 1996, 2001; Gardenfors et al., 1999). Для учета специфики региональных условий разработан алгоритм адаптации категорий МСОП к региональному уровню, первая версия которого была предложена в 2001 г. (Gardenfors et al., 2001). Точнее, разработан алгоритм, который позволяет адаптировать полученное при применении неизменных критериев МСОП распределение таксонов по категориям к региональным условиям и особенностям (рис. 3).

Предложенный алгоритм (Gardenfors, 2003) предполагает на первом этапе проведение стандартной процедуры оценки таксона согласно глобальным критериям МСОП (IUCN Red List…, 2001; Категории…, 2002). После первичного определения категории,[6] для таксона решается вопрос о том, является ли он в рассматри-

---

[6] Процесс оценки таксона по глобальным критериям МСОП подробно изложен в соответствующем руководстве (IUCN Red List..., 2001; Категории..., 2002) и в Интернете по адресу http://redlist.freenet.uz/r1/categor/categor 1.html.

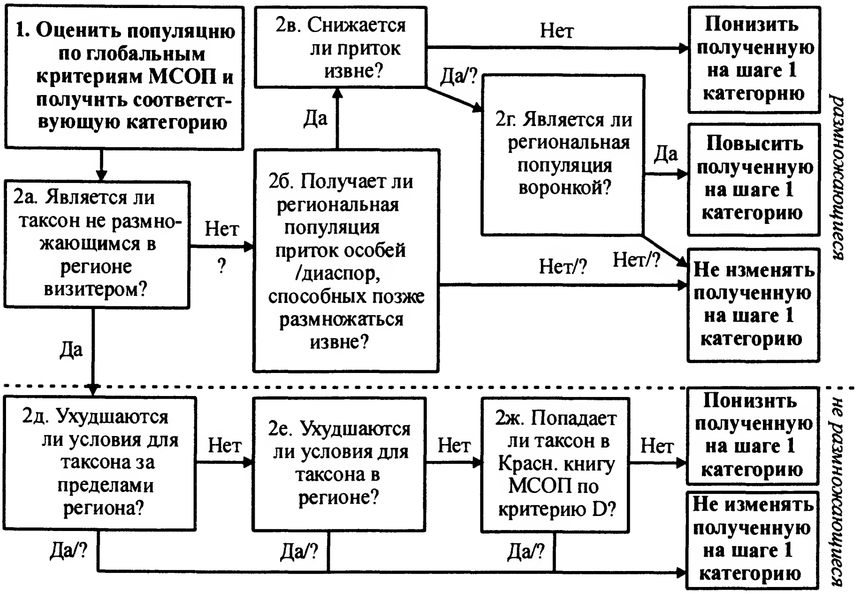

1. Оценить популяцию по глобальным критериям МСОП и получить соответствующую категорию
2а. Является ли таксон не размножающимся в регионе визитером?
Нет
?
Да
2б. Получает ли региональная популяция приток особей /диаспор, способных позже размножаться извне?
Да
2в. Снижается ли приток извне?
Нет
Да/?
2г. Является ли региональная популяция воронкой?
Да
Нет/?
Нет/?
Понизить полученную на шаге 1 категорию
Повысить полученную на шаге 1 категорию
Не изменять полученную на шаге 1 категорию
размножающиеся
2д. Ухудшаются ли условия для таксона за пределами региона?
Нет
2е. Ухудшаются ли условия для таксона в регионе?
Нет
2ж. Попадает ли таксон в Красн. книгу МСОП по критерию D?
Нет
Да/?
Да/?
Да/?
Понизить полученную на шаге 1 категорию
Не изменять полученную на шаге 1 категорию
не размножающиеся

Рис. 3. Алгоритм адаптации категорий МСОП на региональном уровне (по: Gardenfors, 2003). Знак «?» означает «неизвестно».

ваемом регионе не размножающимся визитером[7] или нет (шаг «2а»). Если ответ «нет» или «неизвестно», то осуществляется переход на наш «2б», где определяется, зависит ли региональная популяция от значительной иммиграции размножающихся особей (или диаспор, способных в дальнейшем к размножению) из-за пределов региона. Если ответ «нет/неизвестно», предлагается не менять категорию, полученную в самом начале. Если ответ «да», то следует перейти на шаг «2в» и решить, ожидается ли снижение интенсивности иммиграции. Если нет, то рекомендуется понизить на один уровень полученную категорию. Если ответ «да/неизвестно», то на шаге «2г» следует дополнительно определить, является ли популяция «воронкой».[8] Если популяция является воронкой, то ее существование в регионе полностью зависит от притока особей/пропагул извне и, следовательно, в сложившейся ситуации повышается риск региональной элиминации таксона. В этом случае предлагается исходно полученную категорию повысить на один уровень. Если же популяция не является воронкой или о характере популяции нет достаточных данных, предлагается оставить исходно полученную категорию без изменений.

Другая часть алгоритма (шаги «2д»—«2ж») имеет отношение к таксонам, являющимся в регионе визитерами. На шаге «2д» определяется, происходит ли ухудшение условий существования популяции таксона за пределами рассматриваемого региона, и если ответ «нет», то на шаге «2е» ставится вопрос об ухудшении условий обитания для представителей таксона внутри рассматриваемого региона. Если и на этом этапе ответ «нет», то на последнем шаге («2ж») выясняется, признан ли таксон глобально редким по критерию D (IUCN Red List..., 2001). В случае отрицательного ответа и на последний вопрос рекомендуется понизить на один уровень полученную исходно категорию. Если же хотя бы на один из вопросов (шагов «2д»—«2ж») имеется положительный ответ или отсутствуют достаточные для определенного суждения данные, рекомендуется сохранить ту категорию, к которой вид был отнесен по результатам исходной оценки (шаг 1).

---

[7] Под «визитерами» понимаются таксоны, представители которых изредка регистрируются, но не размножаются на рассматриваемой территории. В эту группу попадают проходные виды и мигранты на путях миграции.

[8] Под «популяцией-воронкой» (sink population) мы понимаем популяцию, поддержание которой зависит исключительно от притока диаспор или особей извне.

Успешные примеры использования разработанных подходов к применению критериев и категорий МСОП на региональном уровне (Church et al., 1996; 2001; Красная книга Республики Узбекистан, 2003) дают основание рекомендовать их широкое использование, что, в свою очередь, особенно актуально для условий России. Ниже, с целью облегчения практического применения материалов настоящего сообщения, приводится ряд примеров возможного использования алгоритма применительно к составлению региональных Красных книг. В качестве примеров взяты таксоны, как уже внесенные в региональные Красные книги (но, к сожалению, без использования критериев МСОП), так и предлагаемые к включению.

Примеры

Пример 1. *Lunaria rediviva* L. (Лунник оживающий, Крестоцветные, Покрытосемянные). Включен в Красную книгу природы Ленинградской обл. в категории 3 (R) — редкий вид (Симачев, 2000).

В рассматриваемом регионе (Ленинградская обл.) проходит северная граница ареала вида, и для него достоверно известно 4 местонахождения, причем в двух из них в настоящее время вид не найден (Флора..., 1957; Симачев, 2000). Таксон является естественным для региона и может быть оценен. Характер имеющихся данных позволяет говорить только об ареале, области обитания и числе местонахождений (т. е. критериях B и D). В таком случае, критерии А и С, связанные с данными по численности особей, не могут быть использованы. Какие-либо статистические прогнозы риска исчезновения таксона также отсутствуют, что не дает возможности использовать критерий Е.

Если анализировать имеющуюся информацию по критерию В, то и ее оказывается недостаточно для полноправного применения критерия (Категории..., 2002). Действительно, с одной стороны, область распространения вида в регионе менее 5000 км^2, что удовлетворяет требованиям подкритерия B1, а область обитания — менее 500 км^2, что соответствует требованиям подкритерия B2. Однако необходимо, чтобы одновременно выполнялись, по крайней мере, еще по два условия для каждого из выше перечисленных подкритериев (Категории..., 2002), а здесь и возникает сложность. Одному условию — подкритерию второго порядка «а» (наличие менее 5 местонахождений) — таксон соответствует, а вот о продолжающемся снижении или об экстремальных флюктуациях численных показателей имеющиеся данные судить не позволяют. Есть данные о том, что вид исчез из двух ранее известных местонахождений. В то же время нет данных о том, присутствовал ли таксон в двух современных точках тогда, когда он был обнаружен в первых двух. Следовательно, нет оснований говорить о фактическом сокращении ареала в регионе. С равной долей вероятности имеющиеся данные могут свидетельствовать об изменении (сдвиге) современного ареала. Таким образом, при отсутствии действительных данных по динамике ареала и области обитания таксона критерий В оказывается не применимым к рассматриваемому таксону.

В конечном итоге единственным критерием, применение которого оправдано и подтверждается имеющимися данными, является критерий D («Сильное ограничение численности/ареала»). Согласно критерию D, Лунник оживающий попадает в категорию «Уязвимые — VU», поскольку соответствует положениям подкритерия 2 — область обитания составляет менее 20 км², а число местонахождений меньше 5 (Категории…, 2002). Результат оценки таксона по критериям МСОП выглядит таким образом: *Lunaria rediviva* — VU (D_2), где в скобках указан подкритерий, согласно которому таксон отнесен к соответствующей категории. В итоге на первом этапе данный вид можно рассматривать в качестве кандидата в группу видов категории «Уязвимые — VU».

Теперь, используя алгоритм адаптации категорий МСОП к региональным условиям (рис. 3), определяем, что с шага «2а» мы должны перейти на шаг «2б», поскольку известно, что таксон в пределах региона размножается. На вопрос о получении популяцией таксона пропагул/особей извне (шаг «2б») в данном конкретном примере формальный ответ[9] — «неизвестно», так как отсутствуют прямые исследования по дальности распространения семян рассматриваемого вида и по характеру взаимодействия популяций Ленинградской обл. и соседних регионов. Тогда, согласно алгоритму, мы приходим к выводу о том, что не следует изменять категорию, полученную на шаге 1, и что данный таксон заслуживает внесения в Красную книгу Ленинградской обл. в категорию «Уязвимые — VU».

Пример 2. *Inocybe cincinnata* (Fr.: Fr.) Quell. (Волоконница кудрявая, Паутинниковые, Базидиомицеты). Включен в Красную книгу природы Ленинградской обл. в категории 2 (V) — уязвимый вид (Нездойминого, 2000).

В рассматриваемом регионе (Ленинградская обл.) достоверно известно два местонахождения вида. Таксон является естественным для региона и, следовательно, легитимным для оценки. Информация о динамике показателей популяции вида в регионе отсутствует, так же как нет указаний на его встречаемость в соседних регионах (Нездойминого, 1996). Имеющиеся данные позволяют говорить только об ареале, области обитания и числе местонахождений, что изначально не дает возможности использовать критерии A и C, основанные на данных по численности особей, или критерий E, связанный с использованием результатов статистических прогнозов. Более того, критерий B также неприменим, поскольку отсутствуют сведения об изменении ареала.

Как и в случае Примера 1, единственным критерием, применение которого оправдано и подтверждается имеющимися данными, является критерий D («Сильное ограничение численности/ареала»). Согласно критерию D, Волоконница кудрявая попадает в категорию «Уязвимые — VU», поскольку соответствует положениям подкритерия 2 (область обитания менее 20 км², а число местонахождений — меньше 5), и на первом этапе данный вид можно рассматривать в качестве кандидата в группу видов категории «Уязвимые — VU».

Применяя алгоритм адаптации категорий МСОП к региональным условиям и учитывая тот факт, что таксон в регионе размножается, а о притоке пропагул извне ничего не известно (или он отсутствует), получаем переход с шага «2а» на шаг «2б» (рис. 3) и далее на рекомендацию «сохранить получившуюся на первом этапе категорию». Следовательно, *Inocybe cincinnata* заслуживает в нашем случае помещения в Красную книгу Ленинградской обл. в категории «Уязвимые — VU» (D_2).

---

[9] Во многих случаях в связи с неоднозначностью имеющихся данных на вопрос алгоритма может быть дан как формальный, так и логический ответ. Авторы статьи рекомендуют в любой ситуации следовать формальному принципу, ибо критерии МСОП являются формализацией процесса отнесения таксонов к разным категориям «угрозы исчезновения» (см. также обсуждение в заключении к статье).

Пример 3. *Cetraria steppae* (Savicz) Kärnef. (Цетрария степная, Пармелиевые, Лихенизированные аскомицеты). Включен в Красную книгу Тамбовской обл. в категории 3 (R) — редкий вид (Красная книга Тамбовской…, 2002).

В Тамбовской обл. проходит западная граница ареала вида, и известно только одно местонахождение (Мучник, 2002, 2003). Таксон является естественным для региона и может быть оценен. Имеющиеся данные позволяют говорить только об ареале, области обитания и числе местонахождений (т. е. критериях B и D), а критерии A, C и E, связанные с количественным и популяционным анализами, в данном случае неприменимы.

Анализируя информацию по соответствующим критериям, получаем, что площадь ареала вида в регионе не превышает 100 км^2, а области обитания — 10 км^2, что соответствует категории «Находящиеся в критическом состоянии — CR». Однако при этом соблюдается только по одному условию из подкритериев B_1 и B_2: «a» — площадь ареала и область обитания сильно фрагментирована или состоит не более чем из 1 местонахождения. Что же касается условий «b» и «c» (продолжающееся снижение и сильные колебания численных показателей), то имеющихся данных по динамике ареала и области обитания таксона недостаточно, чтобы обеспечить правомочность применения критерия B. Таким образом, в данном случае возможным оказывается только использование критерия D (сильное ограничение численности/ареала). При отсутствии данных о численности (подкритерий D1), согласно подкритерию D_2, Цетрария степная должна рассматриваться в категории «Уязвимые — VU», так как выявлена не более чем из 5 местонахождений. Результат оценки таксона по категориям МСОП: *Cetraria steppae* — VU (D_2).

По алгоритму адаптации категорий МСОП к региональным условиям (рис. 3) с шага «2а» переходим на шаг «2б», поскольку вид размножается вегетативно (фрагментацией слоевища), в пределах области его обитания в регионе этому процессу ничего не препятствует. На вопрос о получении популяцией таксона пропагул/особей извне, формальный ответ — «неизвестно». Дальность переноса талломов свободноживущих лишайников или их фрагментов практически не изучена, также как и характер взаимодействия популяций (нет даже общего мнения по поводу определения «популяции» у лишайников). Следовательно, формальным результатом применения алгоритма будет рекомендация «не изменять полученную исходно категорию», и в таком случае Цетрария степная будет заслуживать включения в Красную книгу Тамбовской области в категории «Уязвимые — VU».

Пример 4. *Cetraria steppae* (Savicz) Kärnef. (Цетрария степная, Пармелиевые, Лихенизированные аскомицеты). Вид предложен вторым автором к включению в Красную книгу Воронежской обл., которая находится в стадии подготовки.

Данный пример приводится для сравнения с примером 3. В Воронежской обл. проходит западная граница ареала вида, и в настоящий момент выявлено только одно его местонахождение, но в отличие от предыдущего примера имеются некоторые сведения о динамике области обитания популяции таксона. Если в одном из местонахождений вид обитает довольно постоянно (Мучник, 2001) и отмечен еще В. П. Савичем (1924), то сборы С. В. Голицына (1960-е годы) из другого местонахождения не подтверждаются современными исследованиями (Мучник, 2001). Таким образом, анализ по критерию B будет выглядеть следующим образом: согласно подкритериям B_1 и B_2, площадь ареала вида в настоящее время не превышает 100 км^2, а области обитания — 10 км^2, что соответствует категории CR (находящиеся в критическом состоянии). Кроме того, наблюдается соответствие для данной категории условию «a» (площадь ареала и область обитания сильно фрагментирована или состоит не более чем из 1 местонахождения) и четырем подкритериям условия «b»: снижение показателей: (i) площади ареала, (ii) площади области обитания, (iii) площади, протяженности и/или качества среды обитания; (iv) количества местонахождений или популяций. Подкритерий (v) — снижение количества взрослых особей — в данном случае неприменим, так как прямых подсчетов не проводилось, и, кроме того, остается дискуссионным вопрос о том, что считать «взрослой особью» у лишайника, размножающегося исключительно вегетативным способом. Таким образом, на основании имеющихся данных вид попадает в категорию «Находящиеся в критическом состоянии — CR» (B_1ab(i,ii,iii,iv); B_2ab(i,ii,iii,iv)).

Используя алгоритм адаптации категорий МСОП к региональным условиям и те же рассуждения, что и в Примере 3, получаем рекомендацию о сохранении исходно полученной категории. Таким образом, вид *Cetraria steppae* заслуживает включения в Красную книгу Воронежской обл. в категории «Находящиеся в критическом состоянии — CR» (B_1ab(i,ii,iii,iv); B_2ab(i,ii,iii,iv)).

Заключение

Приведенные выше примеры очевидным образом свидетельствуют о возможности и относительной легкости применения критериев МСОП на региональном уровне. В то же время они указывают и на то, что в большинстве регионов для рассматриваемых групп организмов наиболее часто применимым критерием может быть только критерий D, а следовательно, наиболее часто встречающейся категорией будет категория «Уязвимые — VU». Обоснованное распределение таксонов по другим категориям становится возможным только в случае наличия данных о динамике их популяций (численности, ареала, области обитания) или динамике их среды обитания, получение которых потребует сравнительно долгого времени. Таким образом, в Российских регионах при использовании критериев МСОП на настоящем этапе возникнет проблема большого числа таксонов в одной категории «Уязвимые» и соответственно необходимость ранжирования таксонов внутри этой категории для определения приоритетных для исследования, мониторинга и охраны.

Напрашивающимся выходом из создавшейся ситуации является использование пускай отчасти субъективной экспертной оценки, которая базируется на (а) логических рассуждениях о возможности поддержания популяций за счет притока особей/пропагул из соседних регионов, где состояние таксона более стабильно, и (б) оценке степени сохранности известных местонахождений.

Первый аспект может быть рассмотрен, по крайней мере, на Примерах 1 и 3, когда на основе логических рассуждений таксоны, формально получающие статус «уязвимых», могут быть либо выведены из этой категории в более низкую (т. е. за рамки непосредственно Красной книги и Красного списка), либо расцениваться как потенциально наименее уязвимые.

В Примере 1 (с Лунником оживающим) вместо формального ответа об отсутствии данных о наличии притока пропагул извне можно применить «экспертную оценку», т. е. косвенное рассуждение специалиста, основанное на его опыте. В Ленинградской обл. Лунник оживающий находится на границе своего ареала. Можно предположить, что его популяция получает приток семян извне, тем более что на территории сопредельных Псковской и Новгородской областей Лунник оживающий не является редким (Цвелёв, 2000). Одновременно отсутствуют данные о том, что там происходит ухудшение статуса популяций Лунника оживающего, а следовательно, не имеется угроз снижения притока семян на территорию Ленинградской обл. Если следовать такому пути, то, согласно алгоритму (рис. 3), с шага «2в» следует перейти на шаг «2г» и от него на рекомендацию «понизить исходную категорию». В нашем случае категорией более низкого ранга является категория «Находящиеся в состоянии, близком к угрожающему — NT». Таксоны, попадающие в эту категорию, формально не являются обязательными для включения в Красную книгу.

Таким же подходом можно воспользоваться и в случае Примера 3 (с Цетрарией степной в Тамбовской обл.). Известно, что Цетрария степная не является редким видом для территории сопредельной Саратовской обл. (Кулаков, 2002; Шустов, 2002) и, возможно, приток вегетативных пропагул оттуда осуществляется. Тогда, согласно алгоритму, с шага «2в» следует перейти на шаг «2г» и от него на рекомендацию «понизить исходную категорию». В этом случае также *Cetraria steppae* может быть вынесена из Красной книги Тамбовской обл.

Второй аспект должен, в первую очередь, базироваться на том, находятся ли популяции рассматриваемого таксона в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) или нет. Очевидно, что риск уничтожения непосредственно популяции или ее местообитания вне ООПТ разного ранга выше, чем на территории ООПТ. Более того, учитывая фактическое состояние дел с сохранением природы на ООПТ, существует значительная разница между ООПТ федерального уровня (заповедниками, национальными парками и федеральными заказниками) и региональными ООПТ (природными парками, заказниками и памятниками природы).

Следовательно, по степени риска уничтожения популяций и их местонахождений возможно предложить следующее ранжирование:

- все или большинство популяций (местонахождений) вне пределов ООПТ — наибольший риск ухудшения статуса таксона в регионе;
- все или большинство популяций (местонахождений) в границах ООПТ регионального уровня — средний риск ухудшения статуса таксона в регионе;
- все или большинство популяций (местонахождений) в границах ООПТ федерального уровня — наименьший риск ухудшения статуса таксона в регионе.

При этом возможно и введение промежуточных рангов в зависимости от особенностей региона.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что имеющиеся наработки и практический опыт характеризуют критерии и категории МСОП как наиболее подходящие для объединения усилий специалистов по созданию Красных книг разного уровня и одновременно позволяют в случае их применения перейти на качественно более высокий уровень работы с Красными списками и Красными книгами. При этом авторы считают необходимым максимально жестко придерживаться формальных путей оценки таксонов. Упомянутые выше предложения по использованию «экспертной оценки» или ранжирования таксонов по степени уязвимости их местонахождений должны применяться только в ситуации неоправданного расширения списка «кандидатов» в региональные Красные книги (что также является субъективной оценкой!) и необходимости технического сокращения списка или проведения «внутреннего» ранжирования таксонов в категории «Уязвимые». В любом случае такие действия должны расцениваться как сугубо вспомогательные и временные, предназначенные для того, чтобы в наших условиях иметь возможность сконцентрировать всегда ограниченные материальные и людские ресурсы на исследовании и сохранении потенциально наиболее уязвимых таксонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гиляров А. М. Мнимые и действительные проблемы биоразнообразия // Успехи современной биологии. 1996. Т. 116. Вып. 4. С. 493—505.

Горбатовский В. В. Красные книги субъектов Российской Федерации. М., 2003. 496 с.

Категории и критерии Красного списка МСОП. Версия 3.1. Подготовлено Комиссией по выживанию видов МСОП. МСОП, Гланд, Швейцария и Кембридж, Великобритания / Пер. с англ. А. В.-А. Крейцберга. Ташкент, 2002. 41 с.

Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы / Под ред. Н. Н. Цвелёва. СПб., 2000. 672 с.

Красная книга Республики Узбекистан. Т. 2. Животные / Под ред. Д. А. Азимова. Ташкент, 2003. 238 с.

Красная книга Российской Федерации (животные). М., 2001. 861 с.

Красная книга Тамбовской области. Растения, грибы, лишайники. Тамбов, 2002. 348 с.

Кулаков В. Г. Кустистые и листоватые лишайники Нижнего Поволжья. Волгоград, 2002. 125 с.

Мучник Е. Э. Конспект лишайников степных и остепненных местообитаний Центрального Черноземья // Новости систематики низших растений. СПб., 2001. Т. 35. С. 183—195.

Мучник Е. Э. Раздел 2. Лишайники // Красная книга Тамбовской области: Растения, лишайники, грибы. Тамбов, 2002. С. 266—295.

Мучник Е. Э. Материалы к изучению лихенофлоры Тамбовской области // Бот. журн. 2003. Т. 88. № 4. С. 28—41.

Нездойминого Э. Л. Семейство Паутинниковые (Определитель грибов России: порядок агариковые). СПб., 1996. Вып. 1. 408 с.

Нездойминого Э. Л. Волоконница кудрявая // Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы / Под ред. Н. Н. Цвелёва. СПб., 2000. С. 560—561.

Савич В. П. О новом почвенном лишайнике *Cornicularia steppae* Mihi и лишайнике *Cornicularia tenuissima* // Бот. материалы / Ин-т споровых растений. 1924. Т. 3. Вып. 12. С. 185—188.

Симачев В. И. Лунник оживающий // Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы / Под ред. Н. Н. Цвелёва. СПб., 2000. С. 103—104.

Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов (проект). М. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. 2003. 35 с.

Что такое Всемирный союз охраны природы? // Сила тяготения. М., 1999. № 1. С. 2—4.

Шустов М. В. Лишайники Приволжской возвышенности // Новости систематики низших растений. СПб., 2002. Т. 36. С. 185—203.

Щербаков А. В. Региональная Красная книга: какой она должна быть? // Охрана дикой природы. 1999. № 3 (14). С. 51—55.

Флора Ленинградской области. Л., 1957. Вып. 3. 244 с.

Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб., 2000. 781 с.

Church J. M., *Coppins B. J.*, *Gilbert O. L.* et al. Red Data Books of Britain and Ireland: Lichens. Vol. 1, Britain, Peterborough, Joint Nature Conservation Committee. 1996. 84 p.

Church J. M., *Hodgetts N. G.*, *Preston C. D.*, *Stewart N. F.* British Red Data Books. Mosses and liverworts. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee. 2001. 168 p.

Gardenfors U. Application of IUCN Red List categories on a regional scale // IUCN Red List of threatened animals. World Conservation Union, Gland, Switzerland. 1996. P. 63—66.

Gardenfors U. Oassyfying threatened species at a national versus global level // Trends in ecology and evolution. 2001. Vol. 16. P. 511—516.

Gardenfors U. The regional application guidelines / The harmonization of Red Lists for threatened species in Europe (Proceedings of an international seminar in Leiden 27 and 28 November 2002). Eds H. H. de Iongh, O. S. Banki, W. Bergmans, M. J. van der Werff ten Bosch // Mededelingen. N 38. 2003. P. 49—56.

Gardenfors U., *Rodriguez J. P.*, *Hilton-Taylor C.* et al. Draft guidelines for the application of IUCN Red List criteria at national and regional levels // Species. 1999. N 31—32. P. 58—70.

Gardenfors U., *Hilton-Taylor C.*, *Mace G.*, *Rodriguez J. P.* The application of IUCN Red List criteria at regional levels // Conservation Biology. 2001. Vol. 15. N 5. P. 1206—1212.

Hallingback T., *Hodgetts N.*, *Raeymaekers G.* et al. Guideline for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes // Lindbergia. 1998. N 23. P. 6—12.

Hodgetts N. G. Interpreting the IUCN Red List categories and criteria for cryptogams // Forest snow and landscape research. 2000. Vol. 75. Issue 3. P. 293—302.

IUCN Red Data Book: wild nature in danger. — IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, 1964. 243 p.

IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1 — IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 2001. 30 p.

Palmer M. A., Hodgetts N. G., Wigginton M. J., Stewart N. F. The application to the British flora of the World Conservation Union's revised Red List criteria and the significance of Red Lists for species conservation // Biol. Conserv. 1997. Vol. 82. P. 219—226.

Zavarzin A., Krever O., Sagitov R., Petrov V. Red Lists and Red Data Books of North-West Russia: intents, approaches, and realities / The harmonization of Red Lists for threatened species in Europe (Proceedings of an international seminar in Leiden 27 and 28 November 2002). Eds H. H. de Iongh, O. S. Banki, W. Bergmans, M. J. van der Werff ten Bosch // Mededelingen, N 38, 2003. P. 225—235.

SUMMARY

Application of the World Conservation Union's Red List global categories and criteria at the regional level. A. A. Zavarzin, E. E. Muchnik. Current World Conservation Union (IUCN) global Red List categories and criteria (Version 3.1. from February 9th, 2000) and approaches to their application at the regional level are discussed in the paper. The scheme on how to evaluate eligibility of assignment of a taxon to particular category when compiling regional Red Data Book or Red List of rare and endangered species is presented. Examples of application of the scheme to vascular plants as well as fungi and lichens are given. Approaches on how to prioritise species within the «VU — Vulnerable» category are proposed.

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

УДК 92(47 + 57) : 58

© И. А. Губанов,[1] Р. В. Камелин,[2] В. С. Новиков[1]

ВАДИМ НИКОЛАЕВИЧ ПАВЛОВ
(к 75-летию со дня рождения)

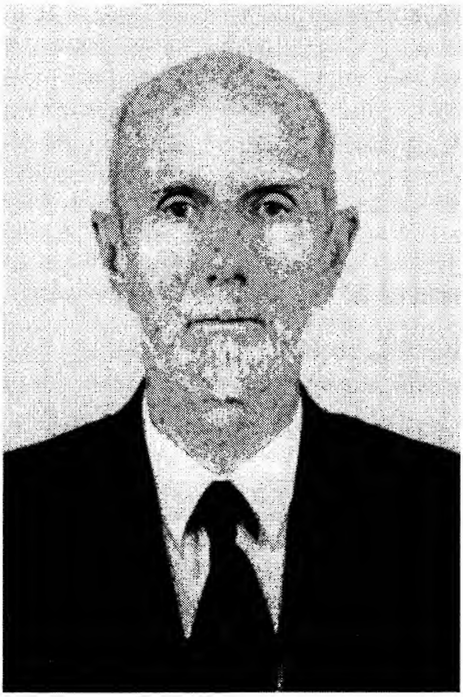
I. A. GUBANOV, R. V. KAMELIN, V. S. NOVIKOV. VADIM NIKOLAEVICH PAVLOV
(TO THE 75th BIRTHDAY)

[1] Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
119992 Москва, Воробьевы горы, биофак, Гербарий
[2] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Поступила 30.09.2004

15 декабря 2004 г. исполняется 75 лет известному русскому ботанику, члену-корреспонденту Российской академии наук, доктору биологических наук, профессору Вадиму Николаевичу Павлову. Без малого 60 лет жизни и творчества этого ученого самым тесным образом связаны с кафедрой геоботаники и Гербарием Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Этими университетскими подразделениями он успешно руководит и сегодня.

Родился Вадим Николаевич 15 декабря 1929 г. в Москве в семье выдающегося русского ботаника Николая Васильевича Павлова (1893—1971), прославившегося обработкой ряда сложнейших родов семейства гречишных во «Флоре СССР», а также полевыми исследованиями в Монголии, на Камчатке и в особенности в Казахстане, где его деятельность получила признание избранием действительным членом АН Казахстана. Это был прекрасный натуралист и путешественник. Естественно, пример отца оказал величайшее влияние на сына, которого еще школьником он брал с собой в экспедиционные выезды, порой многонедельные. Было это в далекие 1940-е годы, когда экспедиционный быт был несравненно суровее, чем теперь. Раннее приобщение Вадима к полевым работам выработало у него навыки профессионального путешественника, способного лезть за крохотным растением в непроходимые дебри и в то же время довольствоваться минимумом «жизненных благ». Авторам этого очерка пришлось поработать с В. Н. в разных, порой крайне непростых условиях, и мы совсем не с чужих слов свидетельствуем, что с этим человеком без раздумий можно «идти в разведку». Замечательно, что и сегодня, разменяв восьмое десятилетие жизни, В. Н. Павлов достаточно физически крепок, что позволяет ему совершать длительные путешествия, в том числе далеко за рубежи Родины. В полевых условиях В. Н. работает весьма энергично, очень организованно и в высшей степени продуктивно.

Среднюю школу В. Н. закончил в 1947 г. и в ту же осень стал студентом биолого-почвенного факультета Московского университета. Ему посчастливилось учиться у многих видных ботаников, трудившихся в ту пору в МГУ, таких как В. С. Говорухин, Г. И. Дохман, Н. Я. Кац, Л. М. Кречетович, Л. И. Курсанов, К. И. Мейер, И. Г. Серебряков, П. А. Смирнов, С. С. Станков, А. А. Уранов и др. Для узкой



специализации он выбрал кафедру геоботаники. Программа обучения на ней ко всему прочему была привлекательна участием в экспедициях, начиная с младших курсов. В. Н. увлекла романтика горных путешествий. Он стал всерьез заниматься альпинизмом, что потом очень способствовало ему при исследовании растительного покрова высокогорий, которые доминировали в его научной деятельности.

Учился Вадим Николаевич в МГУ весьма прилежно. В итоге по окончании курса в 1952 г. он поступил в аспирантуру на кафедре. В качестве аспирантской темы В. Н. Павлов избрал изучение растительного покрова одного из замечательных живописных уголков Западного Тянь-Шаня — Бостандыка, изобиловавшего труднодоступными участками. Это было продолжение исследований, начатых еще в студенческие годы. Научным руководителем был определен профессор С. С. Станков, заведовавший в ту пору кафедрой геоботаники МГУ. При работе аспиранту понадобились и скалолазные навыки, и умение вьючить и управлять ишаком и лошадью, и выносливость при горных походах. В итоге В. Н. удалось описать уникальные западно-тяньшанские фитоценозы субтропического облика, выявить и обнародовать 6 новых для науки таксонов цветковых растений, в том числе замечательный вид *Bergenia ugamica* V. Pavl.

Кандидатскую диссертацию «Основные закономерности вертикально-поясного распределения растительного покрова казахстанских субтропиков (Бостандыкский р-н, Южно-Казахстанской обл.)» В. Н. Павлов успешно защитил в декабре 1955 г., а чуть раньше — с октября 1955 г. — началась его педагогическая деятельность на кафедре геоботаники МГУ, продолжающаяся и поныне. Он прошел все ступеньки карьерного роста: в 1955—1960 гг. работал ассистентом кафедры, в 1960—1965 — доцентом, в 1965—1982 — заведующим Гербарием МГУ, но, выполняя при этом в полной мере доцентскую нагрузку на кафедре, с 1982 г. по настоящее время — профессором и одновременно заведующим кафедрой геоботаники и Гербарием МГУ. Как и всем преподавателям, В. Н. пришлось вести практические и семинарские занятия по разным ботаническим дисциплинам, читать различные курсы лекций, руководить студенческой практикой, курсовыми и дипломными работами.

Основным направлением его педагогической деятельности является ботанико-географическое. Он читал и читает профилирующий на кафедре курс ботанической географии. Название курса неоднократно менялось, но главное содержание остается неизменным: познание закономерностей географии растений, история флор, растительность отдельных материков и стран, ботаническая география СССР и России, зональное расчленение страны и т. п. Как известно, такие курсы читают во многих университетах, и программы их отличаются иногда существенно.

В. Н. Павлов создал вполне оригинальный курс, и мы настоятельно рекомендуем ему выбрать время и оформить лекции в печатное учебное пособие.

Столь же необходимо юбиляру, по мнению авторов данного очерка, оформить в виде учебника курс «Растительность (или растительный покров) горных стран», который он читает почти 50 лет в основном на базе собственных, как теперь говорят «эксклюзивных», наблюдений. Убеждены, что такой оригинальный курс, насыщенный уникальными наблюдениями, явится серьезным вкладом в ботаническое образование. Интересные занятия ведет В. Н. Павлов по гербарному делу. Их «изюминкой» можно считать историческую часть, знакомство студентов с самыми древними ботаническими коллекциями и коллекторами.

В заслугу В. Н. Павлова как педагога необходимо поставить организацию им совместно с будущим академиком В. Е. Соколовым и рядом коллег уникальной разъездной зоолого-ботанической учебной практики, во время которой студенты знакомились с экосистемами и ландшафтами всех природных зон и подзон Европейской России и Кавказа (вплоть до Талыша). К сожалению, дороговизна такой практики привела к ее закрытию, но то поколение геоботаников и зоологов позвоночных, которым посчастливилось пройти ее, считают эту зональную практику одним из важнейших элементов их биологического образования.

В научной работе В. Н. Павлов в основном остается верным юношескому увлечению — изучению флоры и растительности горных систем, в первую очередь среднеазиатских и казахстанских. Он и докторскую диссертацию «Закономерности растительного покрова Западного Тянь-Шаня», защищенную в декабре 1980 г., выполнил на основе исследований в Средней Азии. Однако посмотреть и поработать Вадиму Николаевичу пришлось в горах самых разных регионов, в том числе на Кавказе и Урале, в Хибинах и Якутии, на Камчатке, Сахалине и Курильских островах, на Алтае, в Гиндукуше и Гималаях, в Эфиопии и Турции.

Став доктором наук, В. Н. Павлов стал более активно руководить аспирантами; теперь у него практически не бывает одновременно менее трех аспирантов и соискателей. Уже сейчас список защитившихся под руководством В. Н. достаточно солиден: А. С. Агрба, М. Аль-Аудат, Н. А. Афанасьева, Г. А. Бойко, С. И. Гулиев, Р. Р. Джапова, А. М. Ермолаев, Е. А. Карпухина, А. Л. Комжа, А. Н. Кузнецов, Н. Г. Прилепский, Г. В. Семенова, Р. А. Эль Фаххар и др.

В. Н. Павлов любит гербаризировать, причем собирает гербарий высокого качества и прекрасно его этикетирует. Его сборы украшают многие отделы Гербария МГУ (MW), особенно многочисленны сборы этого первоклассного коллектора из Средней Азии, Эфиопии, Афганистана. Дубликаты его гербария представлены в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова (LE) и в других отечественных и зарубежных хранилищах.

В. Н. Павлов страстный фотограф. Куда бы он не поехал, обязательно возвращается с серией фотоснимков высокого качества. Главные объекты съемок — «портреты» растений, «физиономии» фитоценозов, виды ландшафтов. Все свои лекционные курсы и доклады, а также публикации В. Н. удачно иллюстрирует собственными снимками. Замечательно, что и многие важные книги других авторов изданы с привлечением фотографий Павлова, в частности известные сводки Г. Вальтера и З. Брекле (Oekologie der Erde и др.), монография Г. Вальтера «Растительность Восточной Европы, Северной и Центральной Азии» (1974) и др.

Говоря о В. Н. Павлове как о заведующем кафедрой геоботаники и Гербарием МГУ, хочется в первую очередь подчеркнуть его демократичность, терпимость, доверие к подчиненным, доброту. На кафедре и в Гербарии много лет царит дружная обстановка, без склок и подсиживания, с коллективными вечеринками по случаю памятных дат, в которых участвуют не только сотрудники, но и аспиранты, и студенты. Порой кажется, что в ряде случаев не помешала бы более жесткая позиция заведующего, но, с другой стороны, и «бескровная линия» приносит свои положительные плоды. К сожалению, кафедру и Гербарий, равно как и многие подразделения других вузов и научных учреждений, ждут тяжелые времена — значительная часть педагогического и научного персонала весьма великовозрастна, молодые кадры составляют ничтожное меньшинство.

В. Н. Павлов, конечно, в первую очередь университетский работник. Однако он долгие годы отдает много времени и сил таким организациям, как Высшая аттестационная комиссия (ВАК) и Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). Он председатель диссертационного совета на биологическом факультете и член диссертационного совета в Главном Ботаническом саду, активно участвует в обсуждении защищаемых работ. Более десятка лет он выполняет обязанности заместителя главного редактора научного журнала «Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический». В. Н. Павлов избран членом совета Русского ботанического общества.

В 2000 г. В. Н. удостоился высокой чести — его избрали членом-корреспондентом Российской академии наук (РАН). Наряду с почетом это избрание добавило юбиляру и обязанностей. Полагаем, что и с ними он справится успешно. Пожелаем же Вадиму Николаевичу на долгие годы сохранить бодрость духа, атлетические физические кондиции и мудрость опытного человека.

Закончить очерк хочется дифирамбами в адрес Вадима Николаевича как примерного семьянина и любителя домашнего очага. Вместе с заботливой и очень доброй женой Мариной Петровной (кстати, закончившей МГУ тоже по кафедре геоботаники) они воспитали двух талантливых дочек, одна из которых — Марина — показала высочайшие способности в области молекулярной биологии, а вторая — Ирина — разделяет увлечение родителей: закончила кафедру геоботаники МГУ и трудится сейчас в Главном Ботаническом саду.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ В. Н. ПАВЛОВА
за 1990—2004 гг.

Составил И. А. Губанов. Список работ за 1955—1989 гг. опубликован в «Бюл. МОИП. Отд. биол.». 1989. Т. 94. Вып. 6. С. 116—121.

1987. Выдающийся советский ученый Николай Иванович Вавилов и его путешествия // Н. И. Вавилов. Пять континентов. А. Н. Краснов. Под тропиками Азии. М.: Изд-во «Мысль». С. 8—18.

1990. Основатель московской геоботанической школы профессор В. В. Алехин // Ученики об учителях: Воспоминания об ученых Московского университета. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 99—109.

Растения Красной книги СССР. М.: Изд-во «Педагогика». 240 с. (Совместно с М. Г. Вахрамеевой).

1993. [Рец.] И. Х. Блюменталь. Очерки по систематике фитоценозов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990 // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 98. Вып. 6. С. 131—133.

[Рец.] NCU-1. Family Names in Current Use for Vascular Plants, Bryophytes and Fungi / Ed. by W. Greuter // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 98. Вып. 5. С. 48.

1994. Коллекции Гербария Московского университета (MW): сосудистые споровые и голосеменные растения // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 99. Вып. 5. С. 96—104. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

1995. Коллекции Гербария Московского университета (MW): однодольные растения // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 100. Вып. 4. С. 58—69. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

1996. Анализ флоры сорно-полевых растений важнейших сельскохозяйственных культур в дельте Нила (Египет) // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 3. С. 78—82. (Совместно с Р. А. Эль Фаххаром).

Коллекции Гербария Московского университета (MW): двудольные растения (семейства *Casuarinaceae—Caryophyllaceae*) // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 4. С. 73—81. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

Sporobolus cryptandrus (Torr.) Gray (*Gramineae*) — новый адвентивный вид во флоре России и бывшего СССР // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 5. С. 98—102. (Совместно с Ю. Е. Алексеевым и В. А. Сагалаевым).

[Рец.] Flora of Ethiopia and Eritrea. Vol. 2, pt 2; vol. 7. Addis Ababa; Uppsala, 1995 // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 4. С. 81.

[Рец.] W. Hilbig. The Vegetation of Mongolia. Amsterdam, 1995 // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 5. С. 103—104. (Совместно с И. А. Губановым).

1997. Коллекции Гербария Московского университета (MW): двудольные растения (семейства *Nymphaeaceae—Fabaceae*) // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 102. Вып. 6. С. 49—62. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

1998. Камелин Рудольф Владимирович: К 60-летию со дня рождения // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 103. Вып. 3. С. 67—68. (Совместно с В. С. Новиковым и др.).

На пути к познанию растительного покрова // Проблемы ботаники на рубеже XX—XXI веков: Тез. докл., представл. съезду РБО 26—29 мая 1998 г. СПб. Т. 1. С. 292—293.

Роль конкуренции в организации альпийских фитоценозов северо-западного Кавказа: Экспериментальный подход // Журн. общ. биол. Т. 59. № 5. С. 453—476. (Совместно с В. Г. Онипченко и др.).

Экспериментальное изучение организации альпийских фитоценозов северо-западного Кавказа // Журн. общ. биол. Т. 59. № 5. С. 453—476. (Совместно с В. Г. Онипченко и др.).

Caliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske (Musci) — новый род мхов для тропической Африки // Arctoa. Vol. 7. P. 81—82. (Совместно с М. С. Игнатовым).

Коллекции Гербария Московского университета (MW) [Сообщ. 5]: двудольные растения (ч. 3) (семейства *Geraniaceae—Curtisiaceae*) — [Электронный ресурс] // HERBA. Московский электронный ботанический журнал. Режим доступа: http://herba.msu.ru/publications/4/index.html. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

1999. В саваннах Гамбелы // В мире растений. № 10. С. 2—7.

Затерянный мир (Путешествие на плато Сонетти) // В мире растений. № 5. С. 2—6.

Итоги комплексных исследований высокогорных экосистем Тебердинского заповедника // Тр. Тебердинского заповедника. М. Вып. 15. С. 9—13. (Совместно с В. Г. Онипченко и др.).

Новая «Флора Швейцарии» — шаг в будущее // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 104. Вып. 1. С. 69—70.

[Рец.] Flora of Ethiopia and Eritrea. Vol. 6: *Hydrocharitaceae* to *Arecaceae*. Addis Ababa; Uppsala, 1997. XXVIII, 586 p. // Бот. журн. Т. 84. № 7. С. 148.

Ethiopian plants: The treasury that should not be lost // 16th Inter. Botanical congress: Abstr. St. Louis (USA). P. 463.

2000. Инвентаризация и классификация биоразнообразия на примере издания сводки «Биологическая флора Московской области» // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии: Матер. Междунар. конф., г. Москва, 21—23 апр. 1999 г. М. С. 227—231. (Совместно с М. Г. Вахрамеевой).

О базах данных и унификации ботанической номенклатуры для флористических сводок // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 105. Вып. 3. С. 70—71. (Совместно с С. А. Баландиным и др.).

Памяти Тихона Александровича Работнова // Бюл. «Заповедники и национальные парки». № 32. С. 41—42.

2001. Памяти Тихона Александровича Работнова (6 VIII 1904—16 IX 2000) // Бот. журн. Т. 86. № 7. С. 152—157. (Совместно с И. А. Губановым и др.).

2002. В. В. Алехин, степеведение и кафедра геоботаники МГУ // Изучение и охрана лесостепи: Матер. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рожд. В. В. Алехина. Тула. С. 5—7.

Юбилей Людмилы Ивановны Абрамовой // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 107. Вып. 4. С. 91—94. (Совместно с И. А. Губановым).

Юбилей скромной труженицы науки [70-летие Т. В. Багдасаровой] // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 107. Вып. 6. С. 81—83. (Совместно с И. А. Губановым).

[Рец.] Flora of Ethiopia and Eritrea. Vol. 2, pt 1. Addis Ababa; Uppsala, 199? // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 107. Вып. 3. С. 49.

2003. 25-летие научного содружества Тебердинского заповедника и Московского университета: история комплексных исследований высокогорных экосистем // Тр. Тебердинского заповедника. М. Вып. 20. С. 9—37. (Совместно с В. Г. Онипченко и др.).

[Рец.] *М. Г. Пименов, Е. В. Клюйков.* Зонтичные (*Umbelliferae*) Киргизии / Под ред. Р. В. Камелина. М.: KMK Scientific Press Ltd., 2002 // Бот. журн. Т. 88. № 7. С. 157—159. (Совместно с И. А. Губановым).

Издания, вышедшие под редакцией В. Н. Павлова

1986. Растительность и флора Звенигородской биологической станции МГУ: Уч.-методич. пособие для студентов биол. фак. МГУ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 90 с. (Совместно с Ю. Е. Алексеевым, А. В. Барсуковой, М. Г. Вахромеевой, Ю. К. Дундиным, И. М. Культиасовым, В. В. Петровым, З. А. Слука, Ю. П. Солдатенковой).

1990. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 8. 270 с. (Совместно с Т. А. Работновой и В. Н. Тихомировым).

1993. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 9 [в 2 ч.]. Ч. 1. 112 с.; Ч. 2. 144 с. (Совместно с В. Н. Тихомировым).

1995. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 10. 207 с.; вып. 11. 221 с. (Совместно с В. Н. Тихомировым).

1996. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 12. 181 с. (Совместно с В. Н. Тихомировым).

1997. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 13. 237 с. (Совместно с В. Н. Тихомировым).

1999. Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника. Вып. 15: Высокогорные экосистемы Тебердинского заповедника: состав, структура и экспериментальный анализ механизмов организации. М. 224 с.

2000. Биологическая флора Московской области. М. Вып. 14. 245 с.

2001. Biodiversity of the Caucasus Ecoregion: An Analysis of Biodiversity and Current Threats and Initial Investment Portfolio / Ed. by V. Krever, N. Zazanashvili, H. Jungius, L. Williams, D. Petelin. Moscow: Signar. 132 p. (Совместно с Б. Абатуровым, С. Баландиным, В. Онипченко и др.).

2002. Биоморфология растений: Иллюстрированный словарь: Уч. пособ. М. 240 с. (Совместно с П. Ю. Жмылёвым, Ю. Е. Алексеевым, Е. А. Карпухиной, С. А. Баландиным).

[Рец.] И. А. Губанов. Каталог типовых образцов сосудистых растений Гербария Московского университета (MW). 2-е изд., испр. и доп. М. 213 с.

2003. [Рец.] А. Н. Кузнецов. Тропический диптерокарповый лес. М.: Геос. 138 с.

Биологическая флора Московской области. М. Вып. 15. 223 с.

Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып. 2: Сосудистые растения [в 2 ч.] / Авт.-сост.: Ю. Д. Нухимовская, И. А. Губанов, Л. С. Исаева-Петрова, Г. А. Пронькина; науч. консультант И. А. Губанов; ред.-сост. Т. М. Корнеева; координатор проекта А. К. Благовидов. М.: Международный союз охраны природы (МСОП), Мин-во природ. ресурсов РФ, Комиссия РАН по сохранению биоразнообразия. Ч. 1. С. 1—403; ч. 2. С. 404—783.

Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника // Структурно-функциональная организация альпийских сообществ Тебердинского заповедника. М. Вып. 20. 200 с.

УДК 92(47 + 57) : 58

Бот. журн., 2005 г., т. 90, № 1

© Ю. К. Виноградова,[1] А. Г. Куклина,[2] М. Г. Пименов,[2]
А. К. Сытин,[3] Р. В. Камелин,[3] Б. А. Юрцев[3]

АЛЕКСЕЙ КОНСТАНТИНОВИЧ СКВОРЦОВ
(к 85-летию со дня рождения)

YU. K. VINOGRADOVA, A. G. KUKLINA, M. G. PIMENOV, A. K. SYTIN, R. V. KAMELIN, B. A. JURTZEV. ALEKSEY KONSTANTINOVICH SKVORTSOV (TO THE 85th BIRTHDAY)

[1] Главный Ботанический сад РАН
Москва, ул. Ботаническая, 4
[2] Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, ботанический сад
119899 Москва, Воробьевы горы
[3] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Поступила 01.09.2004

В феврале 2005 г. выдающемуся русскому ботанику, действительному члену РАЕН, профессору А. К. Скворцову исполняется 85 лет. В настоящей статье приводится краткий биографический очерк и освещаются некоторые аспекты научных интересов и деятельности юбиляра.

А. К. Скворцов родился 9 февраля 1920 г. в селе Желанья, что на р. Угре, в Смоленской обл. Его родители, отец — Константин Алексеевич Скворцов — врач, участник Первой мировой войны, стал впоследствии известным в Москве психотерапевтом; мать — Евгения Ивановна (урожденная Ястребова), получившая образование в одной из московских гимназий, принадлежали к последнему поколению дореволюционной интеллигенции. После Алексея у них родилась дочь Евгения, ныне здравствующая. Своих дедов А. К. в живых не застал, но обе бабки дожили до времен Великой Отечественной войны. Вплоть до 1940 г. семья выезжала на лето в свой сельский дом, сожженный в 1942 г. фашистскими оккупантами.

До 9 лет А. К. жил в деревне, где отец научил сына различать и определять растения «по Маевскому», а также собирать гербарий, а бабушка (мать отца) дала ему начальное образование (включая Закон Божий). С конца 1929 г. он жил в Москве,

где в 1936 г. окончил среднюю школу. Тогда интерес к растениям несколько ослабел, но снова возродился в студенческие годы, когда А. К. поступил во 2-й Московский медицинский институт. В институте он увлекся гистологией. Научные интересы кафедры гистологии, возглавляемой тогда профессором Б. И. Лаврентьевым — блестящим педагогом и обаятельным человеком — лежали в области изучения периферической нервной системы; соответствующая тема была поручена А. К. Успев получить лишь первые результаты, он не смог завершить работу: в июне 1941 г., когда в институте шли выпускные госэкзамены, грянула война. А. К. не подлежал призыву из-за сильной близорукости. Он не был мобилизован на фронт, но служил в больнице в Рязани и в госпитале в г. Кирове (Вятке).

В конце лета 1943 г., когда победа на Курской дуге обеспечила решительный перелом в ходе войны, правительство СССР приняло ряд крупных мер для развития науки. В частности, в Академии наук была открыта аспирантура по всем специальностям, включая и самые для войны ненужные. Создать «непрерывный фронт науки» в стране стало целью тогдашнего президента Академии С. И. Вавилова. Благодаря рекомендации членов Академии наук способные молодые ученые даже отзывались из состава действующей армии. Лаврентьев как член-корреспондент Академии наук вызвал А. К. в Москву, однако он скоропостижно скончался через 3 месяца после приезда А. К. Новым научным руководителем А. К. стал Г. К. Хрущов, тогда возглавлявший академический Институт цитологии, гистологии и эмбриологии (так переименован был тогда Институт экспериментальной биологии после смерти его основателя Н. К. Кольцова). Здесь А. К. предложили другую тему исследования — изучение микроскопического строения селезенки у низших позвоночных. А. К. постарался дать работе сравнительный, эволюционный характер. Весной 1948 г. она была защищена как кандидатская диссертация.

Трудясь над диссертацией, А. К. углублял свои знания в области фундаментальных биологических дисциплин, равно как и совершенствовал навыки владения иностранными языками. Он прослушал основные курсы, которые читали профессора Московского университета в 1944—1948 гг., фактически, окончив второй вуз, что было возможно в те времена, когда решающую роль играли лишь бескорыстный интерес к науке и инициатива. После защиты диссертации А. К. стремился подойти к эволюции уже на на уровне морфологии органов, а на более тонком уровне сравнительного изучения структуры тканей и клеток. За год он проанализировал значительный материал — препараты мазков крови и подкожной рыхлой соединительной ткани и опубликовал результаты в двух статьях в «Докладах Академии наук». Но вследствие разгрома отечественной генетики после августовской сессии ВАСХНИЛ и установления режима лысенковщины научная тема А. К. была закрыта, не представлялось возможным и заниматься изучением растений в стенах института. Была ликвидирована Лаборатория генетики и попали под сокращение ее сотрудники, а среди них и глубоко ценимые А. К. старшие по возрасту друзья и коллеги. В 1951 г. вынужден покинуть институт и сам А. К. Однако приобретенные в нем знания подлинной, а не мичуринской генетики, пригодились ему много позже, когда А. К. уже стал признанным ботаником, а в систематику и филогению растений настойчиво проникали молекулярные методы. А. К. оказался тогда одним из очень немногих отечественных ботаников, способных компетентно и критически обсуждать результаты этих новых направлений с их молодыми представителями.

После летнего сезона, проведенного в заповеднике «Денежкин Камень» на Северном Урале, А. К. стал профессиональным ботаником — с начала 1952 г. он был принят в МГУ на должность старшего научного сотрудника кафедры высших растений с возложенными на него обязанностями по устроению нового Ботанического сада университета на Ленинских (Воробьевых) горах.

В том же 1952 г. А. К. женился на Галине Александровне Покровской, тогда аспирантке известного генетика Б. Л. Астаурова. В 1954 г. у них родились два сына-близнеца. Этот поздний брак оказался прочным и долговечным, он длится и по сей день.

Первые годы деятельности на новом поприще оказались трудными. Не сразу определилось направление дальнейшей работы самого А. К. в новом ботаническом саду, но уже с середины 1950-х годов жизнь наладилась и потекла ровнее и плодотворнее. В зимнее время А. К. Скворцов занимался гербарными коллекциями, на длительные сроки уезжая в Ленинград, в БИН; весной и летом вел полевые наблюдения в дальних экспедициях и в ближних окрестностях Подмосковья. Множество растений, собранных им в природе, культивировалось на экспозиционных участках, в питомнике и дендрарии Ботанического сада. Издавна интересуясь отечественной историей и культурой, А. К. во время осенних отпусков вдвоем с женой посетил многие из старинных русских городов.

В 1966 г. А. К. защитил в Московском университете докторскую диссертацию по систематике рода *Salix.* Впоследствии, опубликованная как монография «Ивы СССР» (1968), она получила в 1970 г. премию Московского общества испытателей природы, а в 1998 г., переведенная на английский, была издана в Финляндии. Осенью того же 1966 г. директор Главного Ботанического сада АН СССР (ГБС) Н. В. Цицин пригласил А. К. по совместительству заведовать гербарием этого учреждения, а в 1972 г. утвердил в должности заведующего отделом флоры, которую оставил В. Н. Ворошилов. С этим переходом характер работы А. К. не переменился, но стал более напряженным. В 1974 г. А. К. Скворцов избран председателем правления Московского отделения Русского ботанического общества. В 1983 г. он получил звание профессора. В начале 1991 г. А. К. стал одним из членов и основателем РАЕН (Российская Академия естественных наук — общественная организация), в 1999 г. был удостоен звания заслуженного деятеля науки.

В 1987 г. А. К. оставил администраторскую должность заведующего отделом и стал главным научным сотрудником сада, оставаясь научным руководителем Гербария (до 2003 г.).

Оскудение финансирования науки в 1990-е годы не обошло и ГБС, что вынудило многих сотрудников искать дополнительный заработок. Однако возникли и новые возможности по части международного сотрудничества, и в самый трудный момент в 1992—1994 гг. А. К. Скворцову удалось при поддержке ботаников из США получить значительный грант от Американского географического общества на проведение экспедиционных работ по изучению флоры Нижнего Поволжья.

В это время Алексей Константинович испытал поразительный взлет научного творчества и достиг нового уровня обобщения. Сейчас, по словам самого А. К., он занят завершением накопившихся за многие годы наработок, чтобы довести их до печати.

Интересы А. К. чрезвычайно широки и разнообразны. Выше упоминалось о первых серьезных исследованиях по эволюционной гистологии животных. В ботанике А. К. начал работать как полевой флорист, интересовавшийся прежде всего распространением сообществ лесостепной флоры, открыв некоторые, дотоле неизвестные анклавы на юге Московской обл. и в сопредельных районах Рязанской и Тульской областей. С 1946 г. он расширил район исследований. Уже работая в ГБС в 1970—1990 гг., он получил возможность использовать для экспедиционных целей машину, но наряду с этим продолжал совершать экскурсии в одиночестве или с немногими спутниками.

А. К. познакомился с флорой самых отдаленных территорий бывшего СССР, побывав на Кольском п-ове, Северном и Полярном Урале, в Прибалтике и Калининградской обл., в черноземных областях (Липецкая, Курская, Белгородская, Воронежская), на Южном Урале и в Мугоджарах, в Белоруссии, Молдавии, Украине (в Карпатах и Закарпатье, в Полесье и Подолии, в Донбассе и в Крыму), на Кавказе (как на северном — от Лаганакского плато до Дагестана, так и во многих местах Закавказья — Абхазии, Аджарии, западной и восточной Грузии, Армении, Азербайджане), в Казахстане (как в Южном горном, так и в Центрально-Казахстанском мелкосопочнике, а также и на р. Эмбе), в Узбекистане, Киргизии, Таджикистане (включая Памир), в Туркмении (Копетдаг), на Алтае и в степях Западной Сибири, на Байкале, в Тункинской котловине и в Забайкалье, в Якутии, на Памире и в Приморье, на Сахалине. Сожалеет, что не побывал на Камчатке, Курилах и Чукотке.

Из дальнего зарубежья А. К. посетил Скандинавские страны (Дания, Швеция, Норвегия), побывал в средней Европе (Австрия, восточная Германия, Польша), в Индии (Кашмир, средние и восточные пригималайские районы, тропики), в США (Новая Англия, Аппалачи, штаты Миссури, Колорадо, Юта, Аризона, Аляска), и, наконец, он был в Китае. С какой бы целью и на какой бы срок ни ездил А. К., он всегда возвращался с гербарными сборами, а за всю жизнь собрал не менее 70—80 тыс. листов гербария. Около 20 тыс. из них составляют его собственную коллекцию Средней России и Нижней Волги; 25 тыс. — в коллекциях ив, тополей, берез и сем. *Onagraceae* (здесь есть сборы и других коллекторов); много образцов А. К. хранится и в общих коллекциях Крыма, Кавказа, Сибири, зарубежной и интродуцированной флоры. И еще более 10 тыс. ожидают разборки, этикетирования и монтировки.

За время руководства А. К. гербарий ГБС вырос с 60—70 до 560 тыс. листов, начато издание двух серий эксикатов: «Растения европейской части СССР» и «Деревья и кустарники природной флоры СССР». Был налажен обмен с широким кругом отечественных и зарубежных партнеров. В среднем за год прирост фонда гербария составлял 14—15 тыс. листов, из них по обмену 3—4 тыс.

Своей главной специальностью А. К. считает систематику сосудистых растений. Основные объекты его изучения ивы, березы и сем. *Onagraceae*. Большой материал собран и по тополям, но его освоение едва начато. В 1989 г. как участник «Арктической флоры СССР» А. К. стал лауреатом Государственной премии СССР. В 2002 г. за цикл работ по систематике ив и берез он получил премию им. В. Л. Комарова РАН.

Определенное внимание А. К. уделил и злакам. В частности, несколько его публикаций были посвящены морфологии зародыша злаков и гомологиям предлиста.

Ряд публикаций А. К., начиная с 1967 г., был посвящен истории и теории систематики. По его убеждению, систематика и классификация принципиально различаются. Систематика — теоретический раздел биологии, она строится на основе понимания взаимоотношений между уникальными живыми объектами. Классификация же используется повсюду (в том числе, конечно, и в биологии — как, например, классификации жизненных форм или типов соцветий и т. д.), и она строится на основе заданных параметров. Уже в первой публикации, посвященной развитию учения о виде, А. К. стремился доказать, что вид реально существует, что подтверждают эмпирические наблюдения натуралистов, а не является продуктом абстрактной логики и философии. Сам Карл Линней совсем не был схоластом, каким многие хотели бы его видеть, а глубоко мыслящим натуралистом. Вместе с общим развитием биологии представления о виде непрестанно обогащались данными экологии, географии, цитологии, генетики, биохимии. Основой понимания вида и внутривидовых категорий может быть только представление о популяции, которая отражает часть внутривидовой изменчивости. Единичным особям, разновидностям и формам не следует придавать статус таксона. Оригинальные взгляды высказывал А. К. и в области изучения эволюции кариотипа. Одним из возможных путей его преобразования он называет феномен деполиплоидизации, т. е. кратного уменьшения наборов хромосом, объясняющий возможное происхождение диплоидов от полиплоидов. Теоретически осуществимое, допускаемое генетиками явление тем не менее встречает возражения кариосистематиков. А. К. стремится обосновать значимость систематики как теоретической области биологии, занимающей центральное положение среди других ее разделов, а потому он следит с большим интересом за новейшими открытиями, которые могут послужить систематике (в том числе и молекулярными исследованиями генома), однако он никогда не считал и не считает возможным найти какой-то универсальный ключ, который разрешит все проблемы систематики.

А. К. убежденный дарвинист. Он полагает, что внимательный и думающий биолог-натуралист неизбежно приходит к осознанию решающей роли отбора в эволюции. И если общие построения «макроэволюционных» гипотез, создаваемые на основе логического осмысления фактов, в целом спекулятивны, то «микроэволюционные» изменения не только удается наблюдать в природе, но их можно буквально осязать всеми органами чувств. Этот опыт наблюдения сложился в годы изучения А. К. рода *Salix*. Относясь с особым вниманием к индивидуальной изменчивости каждой особи, стараясь определить видовую принадлежность каждого куста без изъятия в местностях богатых ивами, А. К. создал свой особый метод «таксономической трансекты», оказавшийся весьма эффективным, позволившим сделать важные выводы об амплитуде изменчивости и таксономической значимости признака, его генетической детерминированности и адаптивных модификациях. Многократные в течение одного сезона наблюдения в природе над известными, отмеченными этикетками особями, их гербаризация, кропотливые последующие наблюдения над культивируемыми в питомнике клонами, расширили представления о внутривидовой изменчивости видов рода *Salix* и опровергли преувеличенное представление о роли гибридизации в эволюции рода, подтвердив тем самым истину, что изменчивость есть одно из свойств вида. Эти исследования чрезвычайно расширили набор признаков, традиционно использовавшихся в систематике предшествующими «саликологами». Так, в частности выезжая за город в марте и апреле, А. К. старался уловить тончайшие градации оттенков воскового налета, одевающего побеги ив. Здесь острота и тонкость наблюдения натуралиста сродни взгляду живописца, работающего на пленэре, что подтверждает тезис о близости систематики к изобразительным искусствам. Эстетическая чуткость в высшей степени развита у А. К., изучающего холст или икону в картинной галерее столь же тщательно и заинтересованно как гербарный образец. И в этой области он неутолимо ищет новых впечатлений. Впервые приезжая в незнакомый город, А. К. начинает его осмотр с местного музея, в особенности внимательно знакомясь с коллекциями живописи. Так же чуток А. К. и к точности выражения мысли, недостижимой без совершенного владения языком, причем чистота и правильность письменной речи, по его мнению, достигается не только чтением образцов классической литературы, но и простыми упражнениями в грамматике. В защиту грамотности научных публикаций А. К. неоднократно публично высказывался. О свободном владении литературной речью свидетельствует и такое посвящение А. К. на экземпляре «Определителя растений Московской области» (1966):

О, Юрцев! Дар наш этот скромный
Прими рукою благосклонной.
В краю Борея и Авроры
Не забывай московской флоры.

Педагогическое влияние А. К. воспринято многими ботаниками, а потому вклад А. К. в подготовку многих поколений отечественных ботаников очень существен. Под его руководством подготовлено и защищено 26 кандидатских диссертаций: М. Д. Голышева, Е. Б. Алексеев, Т. А. Ретина, В. В. Макаров, Н. Г. Володина, И. И. Русанович, Т. А. Зайцева, Л. Е. Курлович, В. С. Долгачева, А. Г. Куклина, Л. А. Гречушкина-Сухорукова, С. В. Клицов, С. Д. Румянцев, В. С. Гадырко, Д. Е. Матвеев, Т. Ю. Клинкова, А. Юрьев, М. В. Костина, Л. А. Крамаренко, И. А. Шанцер, И. А. Савинов; 5 его воспитанников позже стали докторами биологических наук — А. Н. Беркутенко, В. А. Недолужко, Ю. К. Виноградова, М. С. Игнатов, В. А. Сагалаев. Число диссертаций, по которым А. К. выступал в качестве оппонента, еще больше. Около 10 лет он состоял в комиссии ВАКа.

Благодаря исследованиям его учеников метод Скворцова, сочетающий эмпирические наблюдения в поле с последующим культивированием растений в питомниках, доказал с годами эффективность для достижения объективности таксономических решений. Так, изучение золотарника (*Solidago virgaurea*) показало, что образцы из разных точек его ареала, высаженные в однородные условия, сохраняют различия, сложившиеся в разнообразных природных местообитаниях: северные растения ниже ростом, фенологические фазы у них наступают при меньших суммах температур, чем те же фазы у южных представителей того же вида. Занесенный из Америки эхиноцистис (*Echinocystis*) в послевоенные годы стремительно распространялся с юга на север, при этом существенно изменялся физиологически, что сказывалось на ритме цветения: так, растения выращенные из семян, собранных на Украине, едва начинали цвести, в то время как растения, выращенные из семян, собранных в окрестностях Вологды, уже закончили плодоношение и засыхают. Растущий на подвижных песках Дона ракитник (*Cytisus*) постоянно испытывает воздействие жесткого отбора на скорость развития: его всходы появляются только в межбугорных понижениях и из них выживают преимущественно те, что обладают более высоким темпом роста и имеют более длинные междоузлия, т. е. способные лучше переносить засыпание песками. Это лишь немногие примеры результатов исследований учеников юбиляра по изучению изменчивости растений в культуре.

Охране природы А. К. придает важнейшее значение; так, в 1980 г. он предложил создать в долине р. Угры (Калужская обл.) национальный парк. После длительного обсуждения благодаря усилиям широких кругов общественности г. Калуги парк был создан, но в него пока не включен бассейн Угры в Смоленской обл.

Немало внимания А. К. уделил важному направлению деятельности ботанических садов, каковым является интродукция растений. Он считает первым правилом интродукции формулу, которая, по его словам, принадлежит известному ташкентскому дендрологу Ф. Н. Русанову: «Надо пробовать». А. К. в меру возможностей экспериментировал, получив ряд замечательных результатов. В Москве в условиях открытого грунта цветут посаженные им *Corylopsis* и *Fothergilla* (сем. *Hamamelidaceae*), хорошо зимуют сейчас уже 6—8-метровые деревья *Platanus occidentalis*, *Carya cordiformis*, *C. ovata*, *C. laciniosa*, *Castanea dentata*. Европейский бук, происходящий с яйл Крыма, за 25 лет ни разу не пострадал от мороза. По мнению А. К., целью интродуктора должна быть не акклиматизация избранных генотипов, а создание климатически устойчивой генетически полиморфной интродукционной популяции, являющейся резервом для дальнейшего отбора ценных свойств. Такой подход А. К. с сотрудниками применил для создания в Москве устойчивой культуры голубой жимолости, а затем и абрикоса. Интересно, что в Европе голубая жимолость известна везде как горькая и несъедобная, а А. К. всего за 2 поколения получил у жимолости, происходящей из Пиренеев, особи с плодами, лишенными горечи.

Широта кругозора и постоянный интерес к общим проблемам биологии, ее связям с другими естественными науками закономерно привели А. К. в журнал «Природа», в состав редколлегии которой он вошел в 1971 г., а вскоре стал заместителем главного редактора (по отделу биологии), каковым состоит и по сей день. В этом журнале он опубликовал множество оригинальных статей и рецензий, далеко выходящих за рамки узкоспециальных сообщений и адресованных самому широкому кругу читателей — в соответствии с научно-популярным профилем этого журнала.

Проживший жизнь удивительно богатую и содержательную, Алексей Константинович Скворцов сегодня предстает перед нами совсем не в облике величавого Нестора русских ботаников, хотя эта роль безусловно принадлежит ему по праву. Он прежде всего человек живой и современный, и в то же время безусловно мудрый и снисходительный, терпимый ко многим несовершенствам времени. Редкая душевная гармония и цельность натуры А. К. способны противостоять натиску техногенного вакуума, поглощающего живой мир Земли. Эта стойкость особенно ценна в годы всеобщей утраты нравственных и многих других ориентиров в обществе; в этом смысле масштаб личности А. К. далеко выходит за пределы значения нашей науки и принадлежит не только немногочисленному ботаническому сообществу. К счастью, в последнее время оно обогатилось новой генерацией молодых исследователей, а именно для них научный и жизненный опыт А. К. могут быть очень поучительными. А своеобразие его личности заключается еще и в том, что он представляет собой фигуру по универсальности знаний и человеческому самостоянию словно явившуюся к нам из XVIII в., ведь именно тогда медики становились ботаниками, ботаники являлись натуралистами, сочетая энциклопедизм знаний с гуманностью, понимаемой в самом широком значении этого слова.

Мы желаем юбиляру многих лет крепкого здоровья и неугасающей бодрости!

В честь А. К. Скворцова были описаны следующие виды: *Festuca skvortsovii* E. Alexeev, *Salix alexi-skvortzovii* A. P. Khokhr., *Legousia skvortsovii* Proskur., *Circaea × skvortsovii* Boufford, *Potamogeton skvortsovii* G. Yu. Klinkova, *Poa skvortzovii* Prob. и др.

Полный перечень работ А. К. Скворцова до 1979 г. был опубликован в «Бюл. МОИП. Отд. биол.». 1980. Т. 85. Вып. 4. С. 97—104. Приводим дополнение к списку публикаций, начиная с 1979 г.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ А. К. СКВОРЦОВА С 1979 г.

1979. Taxonomy and distribution of *Circaea* in the USSR // Ann. Missouri Bot. Gard. Vol. 66. N 4. P. 880—892.

1980. Работы В. Н. Сукачева по изучению позднепойменных экотипов ив // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 85. № 3. С. 89—97.

Река Угра — жемчужина среднерусской природы // Природа. № 9. С. 14—24.

Семейства *Onagraceae*, *Pyrolaceae* // Арктическая флора СССР. Вып. 8. С. 41—54, 95—105.

Die Baumbirken an der südöstlichen Grenze ihrer europäischen Verbreitung // 100 Jahre Arboretum Berlin. S. 151—158.

[Рец.] Burdet «Auxilium ad botanicorum graphicem» // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 8. № 4. С. 118—120.

[Рец.] «Mani, Ecology and phytogeography of high altitude plants of N. W. Himalaya» // Новые книги за рубежом. Сер. В. № 4. С. 23—27.

(Энциклопедия мира растений) ([рец.] на книгу «Жизнь растений». Т. 4) // Природа. № 7. С. 118—119. (Совместно с И. А. Губановым).

1981. Семейства *Salicaceae*, *Pyrolaceae*, *Monotropaceae* // Флора европейской части СССР. Т. 5. С. 10—36, 52—58.

Порядок Ивовые // Жизнь растений. Т. 5. Ч. 2. С. 81—86.

Хемосистематика и основные понятия систематики // Биохимические аспекты филогении высших растений (Сб. науч. тр.). М.: Наука. С. 12—27.

Использование детерминантного анализа для нахождения разграничительных видовых характеристик формы листа берез // Журн. общ. биол. Т. 42. № 5. С. 762—770. (Совместно с И. И. Русанович).

Рецензия на книгу «Strassburger Lehrbuch der Botanik für Hochschulen» // Биол. науки. № 7. С. 109—112.

О кадастре ботанических объектов, нуждающихся в охране на территории Московской области // Бот. журн. Т. 66. № 4. С. 595—600. (Совместно с Е. Е. Гогиной, В. С. Новиковым, В. Н. Тихомировым).

1982. Микроэволюция и пути видообразования. М.: Знание. 64 с. (Новое в жизни, науке и технике. Сер. «Биология», № 9).

Дарвинизм вчера и сегодня (к 100-летию смерти Дарвина) // Природа № 6. С. 68.

Новые данные об адвентивной флоре Московской области. III // Бюл. ГБС. Вып. 124. С. 43—48.

Два пути уменьшения числа хромосом в эволюции высших растений // Матер. VI Моск. совещ. по филог. раст. М.: Наука. С. 119—124.

Проблема объективности таксонов и измерение таксономических расстояний // Хемосистематика и эволюционная биохимия высших растений. М.: Изд-во «Совет. бот. садов». С. 31—37.

Логическое и внелогическое в познании истины (Рец. на книгу Е. Л. Фейнберга «Кибернетика, логика и искусство») // Природа № 3. С. 123—126.

Кальцефильная флора на юге Погарского р-на Брянской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 87. № 5. С. 77—83.

Salix // Flora of Turkey. Vol. 7. P. 694—716. (Совместно с J. R. Edmondson).

Об отличиях культурной черноплодной аронии от ее диких родоначальников // Бюл. ГБС. Вып. 126. С. 35—40. (Совместно с Ю. К. Майтулиной).

Материалы к флоре Брянской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 87. № 3. С. 104—110. (Совместно с А. Д. Булоховым, Э. М. Величкиным, В. В. Макаровым, Ю. Е. Алексеевым).

1983. Давняя дискуссия и современность (комментарий к публикации переписки Б. А. Кузина и А. А. Любищева о систематике) // Природа. № 6. С. 74—77.

Внутривидовая изменчивость и интродукция растений // Тез. Всесоюз. конф. по теорет. основам интродукции. М.: ГБС. С. 14—15.

Перспективы и задачи изучения и культивирования редких видов природной флоры СССР // Редкие и исчезающие виды флоры СССР, культ. в бот. садах. М.: Наука. С. 15—21.

О месте, времени и возможном механизме возникновения культурной черноплодной аронии // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 88. № 3. С. 88—96. (Совместно с Ю. К. Майтулиной, Ю. Н. Горбуновым).

Ботанические сады и охрана флоры // Охрана генофонда природной флоры. Новосибирск: Наука. С. 128—136. (Совместно с Е. Е. Гогиной и П. И. Лапиным).

1984. Прогресс в изучении флор западных областей Нечерноземного центра РСФСР (Брянской, Калужской и Смоленской) // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы европейской части СССР. М.: Изд-во МОИП. С. 10—14.

Состояние и перспективы исследования флоры Волгоградской области // Состояние и перспективы исследования флор средней полосы. М.: Изд-во МОИП. С. 61—63. (Совместно с Н. Г. Володиным, Н. Б. Беляниной, В. А. Сагалаевым).

Естественная межвидовая гибридизация пупавок (*Anthemis*) в горах Крыма // Сб. «Макроэволюция». С. 36—37. (Совместно с В. С. Долгачевой).

1985. О термине «интродуцент» // Раст. ресурсы. Т. 21. № 3. С. 362—364.

История и эстетика русских садов (Рец. на книгу Д. С. Лихачева «Поэзия садов») // Природа. № 2. С. 119—122.

Рецензия на книгу Турова и Сапожникова «Лекарственные растения СССР» // Раст. ресурсы. Т. 21. № 3. С. 388—395.

Генетико-экологическая структура агамного комплекса лютика кашубского и вероятные пути микроэволюции этого комплекса // Сб. Микроэволюция. М.: Изд-во АН СССР. С. 28—29. (Совместно с Л. Е. Курлович).

Дизруптивный отбор в популяциях ракитника русского // Сб. Микроэволюция. М.: Изд-во АН СССР. С. 103—104. (Совместно с С. П. Дроновой).

Эхиноцистис: расселение, натурализация, адаптивная эволюция // Сб. Микроэволюция. М.: Изд-во АН СССР. С. 48—49. (Совместно с Ю. К. Майтулиной).

1986. Интродукция голубых жимолостей в ГБС // Бюл. ГБС. Вып. 14. С. 7—12. (Совместно с А. Г. Куклиной).

Интродукция и охрана растений в СССР и в США. М.: Наука. С. 128. (Совместно с П. И. Лапиным, В. И. Некрасовым, Л. С. Плотниковой, Т. Элайс).

Дарвинизм и молекулярный нейтрализм // Хемосистематика и эволюционная биохимия высших растений. М.: Изд-во ГБС. С. 114—120.

Логика и аналогии в теории эволюции // Соврем. пробл. филогении растений. М.: Изд-во МОИП. С. 13—20.

Про темнокорі берези із підсекції *Albae* // Укр. бот. журн. Т. 43. № 3. С. 83—88.

Лесостепная флора Брянской области // Изучение и охрана природы малых заповедных территорий. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та. С. 67—71.

Дендрологический сад в Переславле-Залесском // Бюл. ГБС. Вып. 139. С. 94—96. (Совместно с С. Ф. Харитоновым).

Внутривидовая изменчивость и новые подходы к интродукции растений // Бюл. ГБС. Вып. 142. С. 7—12.

Редкие, исчезающие и нуждающиеся в охране виды растений Московской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 91. № 6. С. 11—118. (Совместно с В. Н. Тихомировым).

1987. О северных пределах распространения черного тополя (*Populus nigra*) в европейской части СССР // Бюл. ГБС. Вып. 146. С. 30—36. (Совместно с В. Д. Гадырка).

Ива *Salix* // Определитель растений Украины. Киев: Наукова Думка. С. 130—133.

Blue honeysuckles (*Lonicera* subsect. *Caeruleae*) of Eurasia: distribution, taxonomy, chromosome numbers, domestication // Acta Univ. Uppsala. Symb. Bot. Vol. 27. N 2. P. 165—217.

Изучение флоры Запада Нечерноземного центра (Брянской, Калужской и Смоленской областей) // Теоретич. и методич. пробл. сравнительной флористики (Сб. науч. тр.). Л.: Наука. С. 203—209.

1988. Березы Средней Азии // Актуальные вопросы ботаники в СССР. Алма-Ата: Наука. С. 29—30. (Совместно с И. И. Русанович).

Молчать, действительно, нельзя // Природа. № 6. С. 96—99. (Совместно с В. Е. Соколовым).

О соотношении формы листьев и пола у черного тополя (*Populus nigra*) // Бюл. ГБС. Вып. 147. С. 23—31. (Совместно с В. Д. Гадырка).

Красная книга СССР и охрана редких видов растений // Бот. журн. Т. 73. № 2. С. 282—288.

Логика и аналогии в теории эволюции // Природа. № 1. С. 16—25; № 3. С. 74—84.

1989. Семейство *Geraniaceae*, *Onagraceae* // Определитель растений Башкирской АССР. Т. 2. С. 115—119, 144—148.

Широтный профиль эколого-географической изменчивости *Solidago virgaurea* // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 94. № 6. С. 53—58. (Совместно с Т. А. Зайцевой).

Аборигенные и адвентивные компоненты популяций ежи (*Dactylis glomerata*) в Московской области // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. М.: Наука. С. 8—11. (Совместно с Т. А. Зайцевой).

Адвентивные растения как модель для изучения микроэволюционных процессов // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. М.: Наука. С. 6—8. (Совместно с Ю. К. Майтулиной).

Die Weiden der Sektion *Chamaetia* und das Problem der Entstehung der arktischen Flora // Flora. Bd 182. N 1. S. 57—67.

1990. Комментарий к публикации переписки А. А. Любищева и С. В. Мейена // Природа. № 4. С. 89—90.

К интродукции жимолости илийской // Бюл. ГБС. Вып. 157. С. 3—9. (Совместно с А. Г. Куклиной).

1991. Охрана редких видов in situ и ex situ проблемы и взаимоотношения двух стратегий охраны // Бюл. ГБС. Вып. 162. С. 3—6.

О морфологической природе эпибласта и колосковых чешуй злаков // Систематика и эволюция злаков. Краснодар: Изд-во Краснодар. ун-та. С. 119—122.

Гербарии взывают о помощи // Вестн. АН СССР. № 2. С. 131—135 (Совместно с Б. А. Юрцевым и В. Н. Тихомировым).

Семейство Кипрейные (*Onagraceae*) // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука. Т. 5. С. 187—205.

1992. Механизмы органической эволюции и прогресса познания // Природа. № 7. С. 3—10.

Экспедиции в США: шестая (1981) и двенадцатая (1989) // Опыт интродукции и охраны растений в СССР и в США. М.: Наука. С. 7—18, 51—58.

Костер многоцветковый (*Bromus polyanthus* Scribn.) в природе и в интродукции // Бюл. ГБС. Вып. 164. С. 50—53. (Совместно с Т. А. Зайцевой).

Вадим Николаевич Тихомиров (к 60-летию со дня рождения) // Бот. журн. Т. 77. № 2. С. 115—119. (Совместно с Р. В. Камелиным).

1994. Род *Oenothera* на территории бывшего СССР: систематика и распространение // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 99. № 4. С. 93—113.

О морфологии и гомологиях профиллов // Систематика и эволюция злаков (Сб. науч. тр.). М. Scientific Press. С. 74—77. (Совместно с М. В. Костиной).

1995. День Победы и наука // Природа. № 5. С. 3—17. (Совместно с членами редакции и приглашенными).

Энотера длинноцветковая (*Oenothera longissima*) в природе и интродукции // Бюл. ГБС. Вып. 171. С. 78—80.

К систематике и номенклатуре адвентивных видов рода *Epilobium* во флоре России // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 100. № 1. С. 78—80.

К изучению флоры Саратовской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 100. № 4. С. 81—94.

1996. О находках новых и редких для флоры Нижнего Поволжья растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. № 5. С. 87—91. (Совместно с В. Д. Бочкиным, Г. Ю. Клинковой, В. А. Сагалаевым, И. А. Шанцером).

Интродукция растений и ботанические сады: размышления о прошлом, настоящем и будущем // Бюл. ГБС. Вып. 173. С. 2—16.

Многообразие живого мира Земли и проблемы его сохранения // Природа. № 6. С. 95—105.

Семейство *Onagraceae* // Флора Восточной Европы. Т. 9. С. 299—316.

Семейство Березовые // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 8. С. 9—28. (Совместно с В. А. Недолужко).

1997. Заметки по флоре Нижнего Поволжья // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 102. № 1. С. 58—64.

Taxonomic notes on *Betula* I. Sect. *Betulaster* // Harvard Papers in Botany. Vol. 2. N 1. P. 65—70.

Наши национальные парки (Рец. на книгу «Национальные парки России. Справочник») // Природа. № 6. С. 114—116.

Энциклопедия проблем биологического разнообразия (Рец. на книгу «Global diversity assessment» / Ed. by V. H. Heywood, R. T. Watson. Cambridge. 1995 // Природа. № 2. С. 125—126.

Изменчивость *Leontodon hispidus* и конкурентные отношения между контрастными морфами // Бюл. ГБС. Вып. 174. С. 35—41. (Совместно с Ю. К. Виноградовой).

1998. A new species of *Salix* from Hainan, China // Harward Papers in Botany. Vol. 3. N 1. P. 107—108.

Taxonomic notes on *Betula* II. Two Chinese birches described by A. Franchet in 1899 and misunderstood by subsequent authors // Harward Papers in Botany. Vol. 3. N 1. P. 109—112.

О некоторых общих аспектах интродукции // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации (Междунар. конф. к 100-летию Н. В. Цицина). М.: Изд-во ГБС. С. 188—190.

Материалы к флоре Смоленской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 103. № 2. С. 44—52.

Validation of Hao's new Chinese taxa in *Salix* // Novon. Vol. 8. N 4. P. 467—470. (Совместно с Fang Zhen fu).

1999. Willows of Russia and adjacent countries Ioensuu (Finland), Ioensuu University. 307 p. (Перевод монографии 1968 г. с дополнениями).

Two new species of *Salix* from E. Asia // Harward Papers in Botany. Vol. 4. N 1. P. 323—325.

К систематике секций *Foliosae* и *Fibrillosae* рода *Scorzonera* // Бюл. ГБС. Вып. 177. С. 36—39.

Наука, религия и экология (Рец. на книгу «Православие и экология») // Природа. № 10. С. 119—124.

В. Н. Ворошилов (к 90-летию со дня рождения) // Бюл. ГБС. Вып. 177. С. 149—157. (Совместно с Н. В. Трулевич и А. П. Хохряковым).

Памяти Андрея Павловича Хохрякова // Бюл. ГБС. Вып. 177. С. 158—159. (Совместно с В. Ф. Семиховым).

Salicaceae A «Panarctic Flora» checklist example // Norske Videns kaps Akad. Math. — Naturvid. Klasse Skr. n. ser. N 38. P. 387—418. (Совместно с G. Argus и R. Elven).

Salicaceae // Flora of China. Beijng-St. Louis. Vol. 4. P. 139—274. (Совместно с Fang Zhen fu, Znao Shidong).

Betulaceae // Flora of China. Beijng: Science Press; St. Louis: Missouri Bot. Garden. Vol. 4. P. 286—313. (Совместно с Li Peiqiong).

A new species of *Salix* from Sichuan, China // J. Trop. Subtrop. Botany. Vol. 7. N 1. P. 29—30. (Совместно с Fang Zhen fu).

2000. Новые данные о кариологии берез России и сопредельных стран // Бюл. ГБС. Вып. 180. С. 32—38. (Совместно с Н. М. Соловьевой).

2001. Расширение многообразия как фундаментальное свойство жизни и как мерило эволюционного прогресса // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 106. № 1. С. 4—7.

Вид в систематике сегодняшнего дня // Эволюционная биология. Томск: Изд-во Томского ун-та. Т. 1. С. 122—127.

2002. Гибридизация в группе голубых жимолостей // Бюл. ГБС. Вып. 183. С. 114—117.

Систематика на пороге XXI века. Традиционные принципы и основы с точки зрения сегодняшнего дня // Журн. общ. биол. Т. 63. № 1. С. 82—93.

Новая система рода *Betula* // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 107. № 5. С. 73—76.

О языке современной русской научной литературы // Природа. № 5. С. 3—13.

Проблемы становления культурного растения // Бюл. ГБС. Вып. 184. С. 3—7. (Совместно с А. Г. Куклиной).

Голубые жимолости: ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М.: Наука. 160 с. (Совместно с А. Г. Куклиной).

Some logico-semantic preliminaries to a theory of systematics // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 107. № 1. С. 32—39.

2003. Prophyllus in grasses: three storeys of homology // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 108. № 1. С. 32—37.

Еще раз о предлистьях у коммелиновых // Бот. журн. Т. 88. № 7. С. 41—45.

Род *Epilobium* на Кавказе // Бюл. ГБС. Вып. 185. С. 49—62.

2004—2005. Об одном забытом виде шиповника // Бюл. ГБС. Вып. 187. (В печати).

Род *Epilobium* в Средней Азии и Казахстане // Бюл. ГБС. Вып. 188. (В печати).

Castanea dentata (Marsh.) Borkh. в Москве // Бюл. ГБС. Вып. 188. (В печати).

Материалы к флоре Калужской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. (В печати).

Несколько дополнений к флоре Смоленской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. (В печати).

Васкуляризация черешков тополей как таксономический признак // Бюл. ГБС. (Совместно с Н. Б. Беляниной). (В печати).

Гербарий Главного Ботанического сада. М.: Наука. (Совместно с Н. Б. Беляниной). (В печати).

Ключ для определения семейств. Роды *Puccinellia*, *Epilobium* // Флора Нижнего Поволжья. (В печати).

Этикетки и примечания к видам *Salix*, *Epilobium*, *Chamaenerion* // Гербарий Русской флоры (Сб. эксикат). СПб.: БИН РАН. (В печати).

Серия статей для «Красной книги Калужской области». (В печати).

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 019.941 : 002.01.58

© **О. М. Афонина, Т. К. Юрковская**

C. CORTINI PEDROTTI. FLORA DEI MUSCHI D'ITALIA. ROMA, 2001. 817 P. + XII. (*К. КОРТИНИ ПЕДРОТТИ.* ФЛОРА МХОВ ИТАЛИИ. РИМ, 2001. 817 С. + XII)

O. M. AFONINA, T. K. YURKOVSKAYA. *C. CORTINI PEDROTTI.*
FLORA DEI MUSCHI D'ITALIA. ROMA, 2001. 817 p. + XII

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Факс (812) 234-45-12
E-mail: afonina@OA9086.spb.edu; yurkovskaya@hotmail.ru
Поступила 26.05.2004

В 2001 г. вышел в свет 1-й том фундаментальной сводки «Flora dei muschi d'Italia», который включает классы *Sphagnopsida*, *Andreaeopsida* и начало *Bryopsida* (порядки *Tetraphidales — Hedwigiales*).

Книга написана крупным европейским бриологом, профессором университета Камерино (Центральная Италия) C. Cortini Pedrotti . Она является автором ряда известных сводок и обзоров, таких как 2 чек-листа мхов Италии, библиографии по бриологии, великолепного обзора истории развития и современного состояния бриологических исследований в Италии, помещенного в двухтомном издании, посвященном 100-летию Итальянского ботанического общества, и целой серии флористических и таксономических публикаций по мохообразным (Cortini Pedrotti, 1986, 1992, 1996a, b, 2001, и др.).

Рецензируемую книгу следует рассматривать как значительное научное событие не только в ряду итальянской бриологической литературы, но и мировых бриологических сводок. В Италии эта работа появилась почти через 100 лет после выхода «Flora Italica cryptogama» (Zodda, 1934), к настоящему времени имеющей в основном историческое значение, как и ранее опубликованные первые обзоры мохообразных (Bertoloni, 1858; De Notaris, 1865—1867, 1869; Bottini, 1919). Созданию данной книги предшествовали публикации современного состава флоры мхов Италии в виде двух уже упомянутых чек-листов (Cortini Pedrotti, 1992, 2001).

Книга открывается вводной частью (с. V—XII). Она состоит из предисловия с кратким историческим очерком изучения бриофлоры Италии; введения, которое дает представление о таксономических взглядах автора и основных таксономических сводках, которых Cortini Pedrotti придерживалась в области таксономии и номенклатуры, а также содержит схему описания таксонов. Заканчивается вводная часть списком принятых сокращений.

Основную часть книги составляет систематическая часть. Ее предваряет краткий раздел, в котором последовательно представлены классы (3), подклассы (3), порядки (17), семейства (35) и роды (128), для последних дается отсылка к соответствующим страницам. Порядок расположения таксонов и их объем согласуются в

основных чертах с системой, принятой в «Списке мхов Европы и Азорских островов» (Corley et al., 1981), которая, в свою очередь, основывается на системе V. F. Brotherus (1924—1925). Имеются небольшие модификации, из них, пожалуй, существенным является положение сем. *Seligeriaceae*, которое Cortini Pedrotti помещает в начало системы перед сем. *Encalyptaceae*, а в упомянутом «Списке мхов» оно находится после *Grimmiaceae* и *Ptychomitriaceae.* Классы, подклассы и порядки в этом разделе получают краткие характеристики. За систематическим разделом (771 страница) следует приложение (с. 771—777), в котором вне системы приводятся 4 вида, новые для Италии: *Syntrichia handelii* Schiffn., *Tortula israelis* Bizot et F. Bilewsky, *Crossidium geheebii* (Broth.) Broth. и *Pseudocrossidium replicatum* (Taylor) R. H. Zander, 2 последних вида являются новыми для всей Европы. 8 страниц занимает глоссарий, небольшому библиографическому списку отведено 4.5 страницы. Заключает книгу Аналитический указатель латинских названий видов и внутривидовых таксонов; виды перечисляются по алфавиту, а подчиненные им единицы следуют непосредственно за соответствующим видом. Такова формальная структура книги. Всего в книге приведены описания 610 видов из 35 семейств и 128 родов. Это почти в 2 раза больше, чем в недавно опубликованном первом томе сводки «Флора мхов средней части Европейской России», который включает 364 вида также из семейств *Sphagnaceae* — *Hedwigiaceae* (Игнатов, Игнатова, 2003).

В систематической части приводятся детальные описания таксонов всех уровней — родов, секций, видов, подвидов и разновидностей. За описанием семейства следует ключ для определения родов, а в случаях крупных семейств дается ключ для определения подсемейств (например, в сем. *Dicranaceae*). Для каждого рода, если он представлен более чем одним видом, дается ключ для определения видов и внутривидовых таксонов. У сфагновых мхов еще имеется ключ для определения секций, а для некоторых видов — *S. recurvum*, *S. subsecundum*, *S. capillifolium* — отдельно ключи для определения разновидностей. Для всех таксонов, в том числе внутривидовых, приводится синонимика, затем следует подробный диагноз, указывается период спороношения, экология и частота встречаемости. Описания всех видов сопровождаются оригинальными рисунками. Всего их в работе 270, на одном рисунке обычно даются изображения 2—3 видов. Рисунки довольно схематичные, но они отображают самые характерные признаки вида, что помогает пользоваться руководством лицам, не знающим итальянского языка. Значительная часть видов снабжена комментариями, которые касаются этимологии названия таксона, каких-либо особенностей, позволяющих определить вид в поле без микроскопа и т. д. Рубрика, касающаяся экологии, с нашей точки зрения, представляет собой традиционную характеристику местообитания. Так, автор обычно отмечает: вид встречается на низинных, переходных или верховых болотах, по берегу озера, на заболоченном лугу, на равнине, в альпийском или субальпийском поясе и т. д. Для определения частоты встречаемости разработана специальная методика, которую мы считаем нужным изложить, так как она позволила оценить встречаемость видов на всей территории на единой основе и достаточно объективно. При составлении последнего чек-листа (Cortini Pedrotti, 2001) автор всю территорию Италии разделила на 20 районов. В соответствии с этим таксон считается редким, если встречается в 1—3 районах, довольно редким — в 4—6, не очень распространенным — в 7—9, довольно распространенным — в 10—13 и повсеместным — в 14—20 районах.

Таким образом, можно сделать вывод, что автор располагает прекрасным материалом по географии мхов в пределах Италии; об этом свидетельствуют и ее бриофлористические публикации. К сожалению, сведения о распространении видов в качестве обязательной рубрикации наряду с экологией и встречаемостью в данной работе не представлены. На наш взгляд, краткая географическая характеристика для таксонов во Флоре в отличие от Определителя является обязательной.

Раздел, отведенный классу *Sphagnopsida*, включает описания 24 видов рода *Sphagnum*, принадлежащих к 6 секциям. Объем некоторых видов очень крупный, дается в соответствии с обработкой сфагновых мхов для «Флоры Северной Америки» (Crum, 1984). Согласно этому, такие виды, как *S. flexuosum* Dozy et Molk., *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr. и *S. angustifolium* (C. Jens. ex Russ.) C. Jens., признаваемые в русской сфагнологии (Савич-Любицкая, Смирнова, 1968; Ignatov, Afonina, 1992; Игнатов, Игнатова, 2003), Cortini Pedrotti приводит как разновидности *Sphagnum recurvum* P. Beauv. В секции *Subsecunda* также признаваемые нашими отечественными бриологами виды *S. denticulatum* Brid., *S. inundatum* Russ., *S. contortum* Schultz, *S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Sull. ex Warnst. рассматриваются в качестве разновидностей *S. subsecundum* Nees ex Sturm.

Класс *Andreaeopsida* и соответствующий порядок во флоре Италии представлен 1 семейством, 1 родом с 8 видами. Остальной объем флоры занимает класс *Bryopsida*, охватывающий в данном издании, как уже упоминалось, 15 порядков от *Tetraphidales* по *Hedwigiales* включительно.

Здесь, как уже отмечалось выше, порядок расположения таксонов принимается в объеме, предложенном в «Списке мхов Европы и Азорских островов», с небольшими изменениями. Так, в сем. *Polytrichaceae* Cortini Pedrotti в отличие от Corley с соавт. (1981) наряду с *Polytrichum* выделяет род *Polytrichastrum*, как в настоящее время принято многими бриологами. В то же время род *Octodiceras* она не выделяет как самостоятельный, а включает его в *Fissidens*, который во флоре Италии представлен 22 видами. Самое крупное в мире сем. *Pottiaceae* занимает ведущее положение во флоре Италии и представлено 138 видами из 33 родов, что в значительной степени обусловлено разнообразием горных местообитаний. Cortini Pedrotti, хотя и ссылается на ревизию сем. *Pottiaceae*, проведенную R. Zander (1993) до уровня рода, в своей работе сохраняет традиционно принимаемые многими бриологами роды. Так, во флоре Италии приводятся роды *Desmatodon*, *Pottia*, *Phascum*, которые Zander включил в род *Tortula*, сохраняются также роды *Trichostomum*, *Geheebia,* объединяемые Zander с *Didymodon* и род *Oxystegus*, который в ревизии отнесен к роду *Trichostomum.* Крупным во Флоре Италии является сложное в систематическом отношении сем. *Grimmiaceae*, объединяющее 64 вида, почти половину из них представляют виды рода *Grimmia* (33 вида), которые Cortini Pedrotti дает в соответствии с монографической обработкой H. C. Greven (1995). В отличие от «Списка мхов Европы и Азорских островов» род *Dryptodon* во «Флоре мхов Италии» не выделяется как самостоятельный и *Dryptodon patens* относится к роду *Grimmia.* Род *Schistidium* (группа *apocarpum*) дан в соответствии с монографической обработкой H. Blom (1996), а род *Racomitrium* — с учетом работ A. A. Frisvoll (1983, 1988).

Сем. *Mniaceae* s. l. в рецензируемой работе дается согласно классификации, предложенной T. Koponen (1988), по которой данное семейство во флоре Италии представлено одним родом — *Mnium.* Ранее традиционно включаемые в это семейство роды *Cinclidium*, *Cyrtomnium* и *Rhizomnium* объединены в сем. *Cinclidiaceae*, а роды *Plagiomnium* и *Pseudobryum* — в сем. *Plagiomniaceae.*

Рецензируемая «Флора мхов Италии» является прекрасным пособием по определению мхов, выполненным с учетом многих последних монографических обработок. Можно надеяться, что в ближайшее время будет опубликован 2-й том этого издания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Игнатов М. С., *Игнатова Е. А.* Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1. *Sphagnaceae — Hedwigiaceae.* М., 2003. 608 с.

Савич-Любицкая Л. И., *Смирнова З. Н.* Определитель сфагновых мхов СССР. Л., 1968. 112 с.

Bertoloni A. Flora Italica Cryptogama. Pars. I. Josefi Cenerelli, Boloniae. 1858. P. 662.

Blom H. H. A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden // Bryophyt. Biblioth. 1996. Vol. 49. P. 1—333.

Bottini A. Sfagnologia Italiana // Mem. Accad. Lincei. Roma. 1919. Ser. 5. Vol. 13, fasc. 1. P. 1—87.

Brotherus V. F. Musci / A. Engler, K. Prantl (eds). Die natürlichen Pflanzenfamilien, Aufl. 2. Leipzig, 1924. Bd 10. S. 1—478.

Brotherus V. F. Musci // A. Engler, K. Prantl (eds). Die natürlichen Pflanzenfamilien, Aufl. 2. Leipzig, 1925. Bd 11. S. 1—542.

Corley M. F., Crudwell A. C., Düll R., Smith A. J. E. Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species; with synonyms from the recent literature // J. Bryol. 1981. Vol. 11. P. 609—689.

Cortini Pedrotti C. Bibliografia briologica d'Italia // Webbia. 1986. Vol. 39. Pt 2. P. 289—352.

Cortini Pedrotti C. Check-list of the Mosses of Italy // Flora Medit. 1992. Vol. 2. P. 119—221.

Cortini Pedrotti C. Aperçu sur la bryogéographie de l'Italie // Bocconea. 1996a. Vol. 5. N 1. P. 301—318.

Cortini Pedrotti C. Bibliografia briologica d'Italia. Primo aggiornamento (1985—1994) // Webbia. 1996b. Vol. 51. Pt 1. P. 167—186.

Cortini Pedrotti C. New check-list of the Mosses of Italy // Fl. Medit. 2001. Vol. 11. P. 23—107.

Crum H. Sphagnopsida, Sphagnaceae // North American Flora. 1984. Ser. II. Pt 11. P. iv + 180.

De Notaris G. Cronaca della briologia italiana // Comment. Soc. Crittog. Ital. 1865—1867. P. 89—113, 269—312.

De Notaris G. Epilogo della Briologia Italiana // Tip. Sordomuti. Genova, 1869. P. 1—781.

Frisvoll A. A. A taxonomic revision of the *Racomitrium canescens* group (*Bryophyta*, *Grimmiales*) // Gunneria. 1983. Vol. 41. P. 1—181.

Frisvoll A. A. A taxonomic revision of the *Racomitrium heterostichum* group (*Bryophyta*, *Grimmiales*) in N. and C. America, N. Africa, Europe and Asia // Gunneria. 1988. Vol. 59. P. 5—289.

Greven H. C. Grimmia Hedw. (*Grimmiaceae*, *Musci*) in Europe. Leiden, 1995. 160 p.

Ignatov M. S., Afonina O. M. Check-list of mosses of the former USSR // Arctoa. 1992. Vol. 1. P. 1—86.

Koponen T. The phylogeny and classification of *Mniaceae* and *Rhyzogoniaceae* (*Musci*) // J. Hattori Bot. Lab. 1988. N 64. P. 37—46.

Zodda G. Flora Italica Cryptogama, IV. Bryophyta, Hepaticae. 1934. P. 1—330.

УКАЗАТЕЛЬ НОВЫХ НАЗВАНИЙ РАСТЕНИЙ
INDEX OF NEW PLANT NAMES

(Ботанический журнал. 2005. Т. 90. № 1)

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ — PLANTAE VASCULARES

	Стр.
Xyridion kernerianum (Aschers. et Sint.) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion musulmanicum (Fomin) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion sintenisii (Janka) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion xanthospurium (Mathew et Baytop) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion demetrii (Achverd. et Mirzoeva) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion maritimum (Lam.) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion carthalinium (Fomin) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion pseudonothum (Galushko) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion orientalis (Mill.) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion ponticum (Zapal.) Rodionenko **comb. nov.**	76
Xyridion ludvigii (Maxim.) Rodionenko **comb. nov.**	76
Xyridion foetidissimum (L.) Rodionenko **comb. nov.**	76
Xyridion (Tausch) Fourr. **Sect. Xyridion Ser. Graminea** (Rodionenko) Rodionenko **comb. nov.**	75
Xyridion (Tausch) Fourr **Sect. Xyridion Ser. Ludwigia** (Doronkin) Rodionenko **comb. nov.**	76
Xyridion (Tausch) Fourr. **Sect. Spathulae** (Tausch) Rodionenko **comb. nov.**	76

CONTENTS

(BOTANICAL JOURNAL. 2005. VOL. 90. N 1)

Page

Shneyer V. S. A brief outline of methods for receiving, handling and treating DNA sequence data in plant systematics. I. Extracting and sequencing of DNA; an alignment of the sequences . . . 3

COMMUNICATIONS

Genkal S. I., Charitonov V. G. On the morphological variability of *Cyclotella arctica* (*Bacillariophyta*) . . . 19

Czernyadjeva I. V., Potemkin A. D., Zolotov V. I. Bryophytes of vicinity of Mutnovsky hot springs (Southern Kamchatka) . . . 23

Drozdova I. V. Peculiarities of the accumulation of mineral elements by shrubs and dwarf shrubs of the Polar Ural on different rock types . . . 40

SYSTEMATIC REVIEWS AND NEW TAXA

Rodionenko G. I. On the independence of the genus *Xyridion* (*Iridaceae*) . . . 55

FLORISTIC RECORDS

Czernyadjeva I. V. On the record of the rare moss *Oligotrichum aligerum* (*Polytrichaceae*) on Kamchatka Peninsula . . . 60

Piirainen M., Kravchenko A. V., Uotila P. A record of *Diapensia lapponica* (*Diapensiaceae*) in the Republic of Karelia . . . 63

Bakin O. V., Sitnikov A. P. Species of vascular plants new and rare to Tatarstan . . . 66

Nesterova I. A. On the record of *Scirpus lineolatus* (*Cyperaceae*) in the Sikhote-Alin Reserve . . . 71

Verkholat V. P., Barkalov V. Yu., Grishin S. Yu. Floristic records on Paramushir Island (Northern Kuriles) . . . 73

COLLECTIONS

Vassiljeva I. M. Wilhelm Karwinski's collections from Mexico kept in the Komarov Botanical Institute of RAS . . . 80

METHODS OF BOTANICAL RESEARCH

Boryakov I. V., Vorotnikov V. P., Boryakova E. E. Using information technologies for phytosociological data storage and processing . . . 95

PROTECTION OF PLANT WORLD

Zavarzin A. A., Muchnik E. E. Application of global categories and criteria of the World Conservation Union's Red List at the regional level . . . 105

JUBILEES AND MEMORIAL DATES

Gubanov I. A., Kamelin R. V., Novikov V. S. Vadim Nikolaevich Pavlov (to the 75th birthday) . . . 119

Vinogradova Yu. K., Kuklina A. G., Pimenov M. G., Sytin A. K., Kamelin R. V., Jurtzev B. A. Aleksey Konstantinovich Skvortsov (to the 85th birthday) . . . 125

CRITICS AND BIBLIOGRAPHY

Afonina O. M., Yurkovskaya T. K. *C. Cortini Pedrotti.* Flora dei muschi d'Italia. Roma, 2001. 187 p. + XII . . . 138

Index of new plant names . . . 142

СОДЕРЖАНИЕ

(БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. 2005. Т. 90. № 1)

Стр.

Шнеер В. С. Краткий очерк способов получения, обработки и трактовки данных по последовательностям ДНК в систематике растений. I. Выделение и секвенирование ДНК; выравнивание последовательностей 3

СООБЩЕНИЯ

Генкал С. И., Харитонов В. Г. О морфологической изменчивости *Cyclotella arctica* (*Bacillariophyta*) 19

Чернядьева И. В., Потемкин А. Д., Золотов В. И. Мохообразные (*Bryophyta*) окрестностей Мутновских горячих источников (Южная Камчатка) 23

Дроздова И. В. Особенности накопления минеральных элементов кустарниками и кустарничками Полярного Урала на разных типах горных пород 40

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ И НОВЫЕ ТАКСОНЫ

Родионенко Г. И. О самостоятельности рода *Xyridion* (*Iridaceae*) 55

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

Чернядьева И. В. О находке редкого листостебельного мха *Oligotrichum aligerum* (*Polytrichaceae*) на полуострове Камчатка 60

Пиирайнен М., Кравченко А. В., Уотила П. О находке *Diapensia lapponica* (*Diapensiaceae*) в Республике Карелия 63

Бакин О. В., Ситников А. П. Новые и редкие в Татарстане виды сосудистых растений 66

Нестерова И. А. О нахождении *Scirpus lineolatus* (*Cyperaceae*) в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике 71

Верхолат В. П., Баркалов В. Ю., Гришин С. Ю. Флористические находки на острове Парамушир (Северные Курилы) 73

КОЛЛЕКЦИИ

Васильева И. М. Мексиканские коллекции Вильгельма Карвинского, хранящиеся в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН 80

МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Боряков И. В., Воротников В. П., Борякова Е. Е. Использование информационных технологий для организации фитоценариев и обработки геоботанических данных 95

ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Заварзин А. А., Мучник Е. Э. Возможности применения глобальных категорий и критериев Красного списка Всемирного союза охраны природы на региональном уровне 105

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

Губанов И. А., Камелин Р. В., Новиков В. С. Вадим Николаевич Павлов (к 75-летию со дня рождения) 119

Виноградова Ю. К., Куклина А. Г., Пименов М. Г., Сытин А. К., Камелин Р. В., Юрцев Б. А. Алексей Константинович Скворцов (к 85-летию со дня рождения) . 125

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Афонина О. М., Юрковская Т. К. *C. Cortini Pedrotti.* Flora dei muschi d'Italia. Roma, 2001. 817 p. + XII (*К. Кортини Педротти.* Флора мхов Италии. Рим, 2001. 817 с. + XII) 138

Указатель новых названий растений 142

От редакции

4 апреля 2005 г. исполняется 155 лет со дня рождения профессора

Александра Александровича Любищева

Поддерживая традицию, Институт экологии Волжского бассейна РАН планирует провести **3—6 апреля 2005 г.**

Четвертые Любищевские чтения
«Теоретические проблемы экологии и эволюции»

Основная тематика этих чтений — *проблемы типов эколого-ценотических стратегий.*

Наш адрес:

445003, Россия, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, ИЭВБ РАН
тел. 8-(8482) 48-97-85 — ученый секретарь ИЭВБ РАН,
Феоктистов Владимир Федорович
тел./факс 8-(8482) 48-95-04. E-mail: ecolog@attack.ru

К ст. С. И. Генкала и В. Г. Харитонова, с. 20

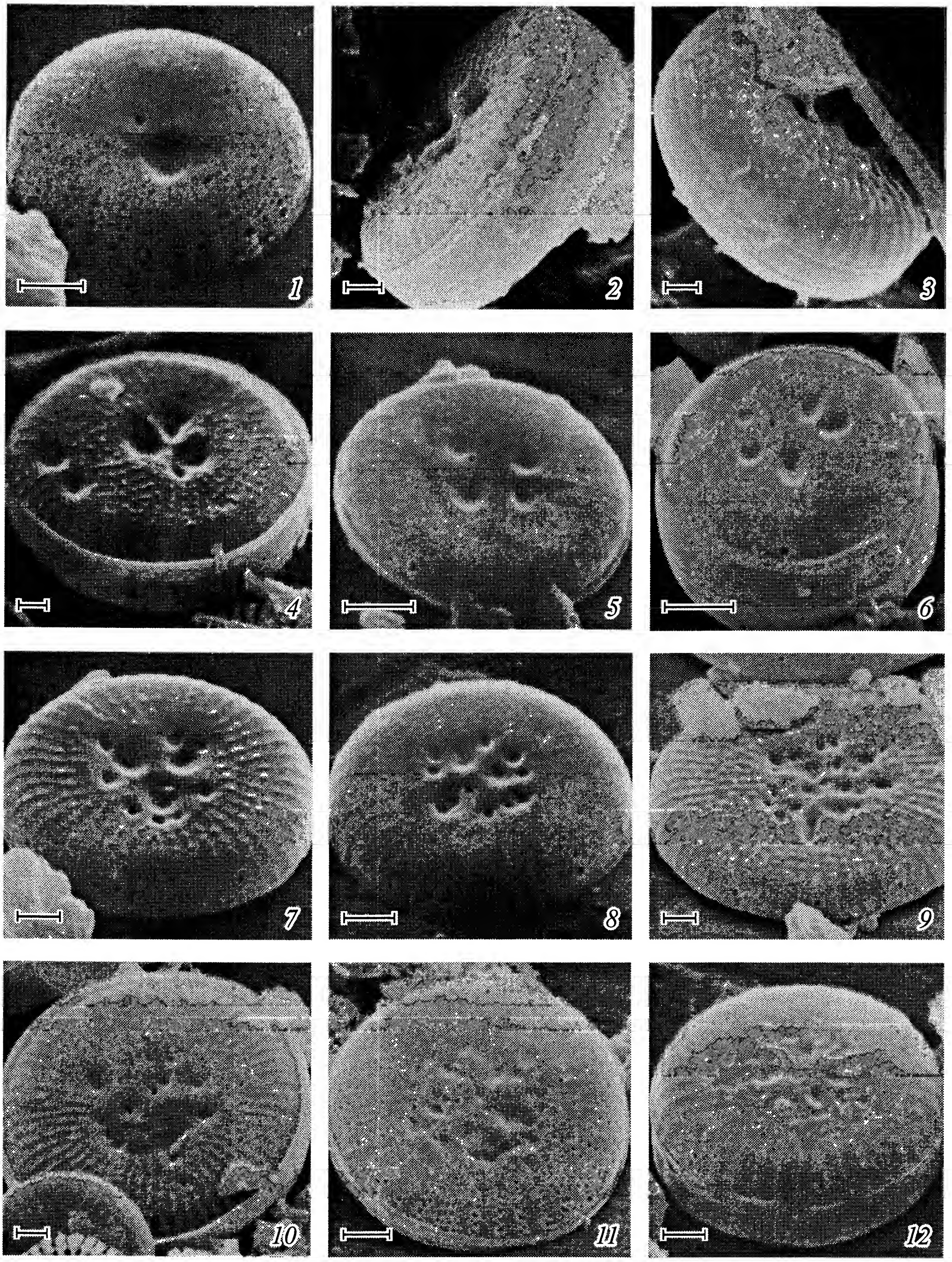


Таблица I. *Cyclotella arctica* (СЭМ).

Створки с внешней поверхности. Масштабная линейка: *1—12* — 1 мкм.

К с. 20

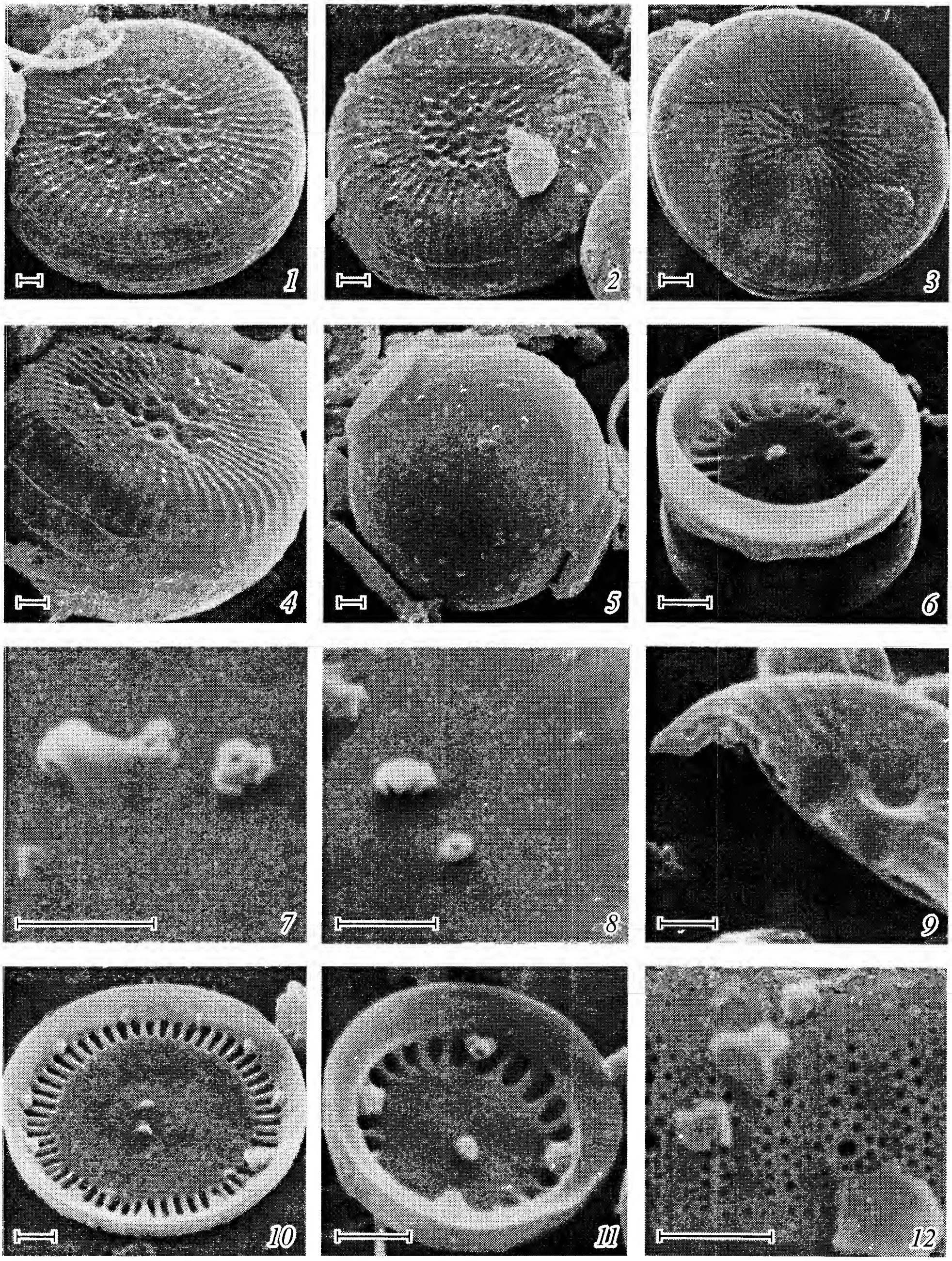


Таблица II. *Cyclotella arctica* (СЭМ).

1—3 — панцирь с внешней поверхности; *4* — инициальная и первая вегетативные створки; *5* — материнская клетка и ауксоспора; *6* — сметные створки; *7*, *8* — центральные выросты с опорами с внутренней поверхности; *9* — разлом створки (альвеола); *10*, *11* — створки с внутренней поверхности; *12* — перфорация альвеол и отверстия краевых выростов с опорами на загибе створки с внешней поверхности. Масштабная линейка: *1—12* — 1 мкм.

Индекс
70056

ISSN 0006—8136 Ботанический журнал. 2005. Т. 90. № 1. 1—144.